HANS
REICHENBACH

LA FILOSOFIA CIENTIFICA

Lectulandia

Es indiscutible que la tendencia conocida como neopositivismo o positivismo lógico, representa una de las ramas pujantes de la filosofía contemporánea; de manera que para conocer de veras ésta, no se puede prescindir de aquélla.

Cierto es que al insistir el positivismo lógico en los métodos y los resultados de la ciencia moderna hace difícil al filósofo tradicional captar el sentido de estas investigaciones; pero en esta obra el profesor Hans Reichenbach demuestra que se trata de una filosofía —acaso fuera más preciso decir: de una actitud— accesible, en sus líneas generales, inclusive a cualquier lector atento.

De especial interés resulta la exposición orientada hacia los problemas de la ética y aun de la sociología, pues con demasiada frecuencia se afirma que la corriente neopositivista descuida, o acaso ni siquiera puede iniciar, estas cuestiones.

La crítica de la filosofía clásica realizada por el grupo que representa Reichenbach no significará, sin duda, el fin de los que en este libro se denominan “seudo problemas”; pero nadie podrá poner en tela de juicio su carácter intensamente estimulante.

Hans Reichenbach

La filosofía científica

ePub r1.0
Titivillus 03.01.2023

Título original: *The Rise of the Scientific Philosophy*
Hans Reichenbach, 1951
Traducción: Horacio Flores Sánchez

Editor digital: Titivillus
ePub base r2.1

PRÓLOGO

Muchos consideran que la filosofía es inseparable de la especulación. Creen que el filósofo no puede usar métodos que establezcan el conocimiento, ya sea el conocimiento de hechos o el de relaciones lógicas, y que debe hablar un lenguaje no susceptible de verificación; en resumen: que la filosofía no es una ciencia. El presente libro pretende establecer la tesis contraria. Sostiene que la especulación filosófica es una etapa pasajera, que ocurre cuando surgen problemas filosóficos en épocas que carecen de medios lógicos para resolverlos. Este libro pretende que hay y ha habido siempre un tratamiento científico de la filosofía, y quiere mostrar que de esta base ha surgido una filosofía científica que, en la ciencia de nuestro tiempo, ha hallado los procedimientos para resolver problemas que en épocas anteriores sólo han sido objeto de conjeturas. Para decirlo en pocas palabras: este libro ha sido escrito con la intención de demostrar que la filosofía partió de la especulación para llegar a la ciencia.

Una exposición de esta clase es necesariamente crítica cuando analiza las etapas anteriores de la filosofía. En su primera parte, por lo tanto, este libro trata de las limitaciones de la filosofía tradicional y se dirige hacia las raíces psicológicas de las que surgió la filosofía especulativa. Asume de este modo la forma de un ataque contra lo que Francis Bacon ha llamado "los ídolos del teatro". La fuerza de estos ídolos, de los sistemas filosóficos del pasado, es todavía lo suficientemente grande para desafiar a la crítica de tres siglos después de la muerte de Bacon. La segunda parte de la obra adopta la forma de una exposición de la filosofía científica moderna. Intenta recoger los resultados filosóficos obtenidos mediante el análisis de la ciencia moderna y el uso de la lógica simbólica.

Aun cuando este libro trata de los sistemas filosóficos y del pensamiento científico, no ha sido escrito basándose en el supuesto de que el lector tenga un conocimiento técnico de la materia. Los conceptos filosóficos y las doctrinas a que se alude se explican siempre junto con la crítica respectiva. Y, aun cuando el libro se refiere también al análisis lógico de las

matemáticas y la física modernas, no presupone que el lector sea un matemático o un físico. Con que tenga el sentido común suficiente para querer aprender más de lo que el sentido común puede enseñarle, estará lo bastante preparado para seguir las exposiciones del libro.

De tal modo, la presente obra puede utilizarse como introducción a la filosofía y, en particular, a la filosofía científica. Empero, no se propone dar una presentación "objetiva" del material filosófico tradicional. No se pretende exponer sistemas filosóficos con la actitud del intérprete que quiere encontrar algo de verdad en toda filosofía y espera hacer creer a sus lectores que todas las doctrinas filosóficas pueden ser entendidas. Este modo de enseñar filosofía no tiene ningún éxito. Muchos de quienes alguna vez quisieron estudiar filosofía en exposiciones supuestamente objetivas se encontraron con que las doctrinas filosóficas les eran incomprensibles. Otros han intentado entender los sistemas filosóficos del mejor modo posible y han tratado de combinar los resultados filosóficos con los de la ciencia, sólo para descubrir que no podían establecer una unión entre la ciencia y la filosofía. Y si la filosofía parece incomprensible al pensamiento sin prejuicios o incompatible con la ciencia moderna, culpa debe ser del filósofo. Éste ha sacrificado con demasiada frecuencia la verdad al deseo de dar respuestas, y la claridad a la tentación de hablar en imágenes; y su lenguaje ha carecido de precisión, pauta que emplea el científico para eludir los escollos del error. Si una presentación de la filosofía ha de ser objetiva, debe serlo en la medida de su crítica más que en el sentido de un relativismo filosófico. Las investigaciones de este libro tienen el propósito de ser objetivas en este sentido. Esta presentación va dirigida a los muchos que han leído libros de filosofía y han quedado insatisfechos; que al buscar significados se han topado con una barricada de palabras; pero que, a pesar de ello, no han abandonado la esperanza de que algún día la filosofía sea tan convincente y poderosa como la ciencia.

Que tal filosofía científica existe no es todavía un hecho suficientemente conocido. Como un residuo de la filosofía de la especulación, una neblina de vaguedad oculta todavía el conocimiento filosófico a los ojos de aquellos que no han practicado los métodos del análisis lógico. El presente estudio se ha hecho con la esperanza de que esta neblina se desvanezca en el aire fresco de los significados claros. Su propósito es investigar las raíces del error filosófico y presentar la evidencia de que la filosofía se ha desarrollado por un camino que lleva del error a la verdad.

HANS REICHENBACH

Universidad de California, Los Ángeles.

Primera parte

LOS ORÍGENES DE LA FILOSOFÍA ESPECULATIVA

I. LA PREGUNTA

HE AQUÍ un pasaje tomado de los escritos de un famoso filósofo: “La razón es sustancia, así como fuerza infinita. Su propia materia infinita sustenta toda la vida natural y espiritual, así como la forma infinita, que pone a la materia en movimiento. La razón es la sustancia de la que todas las cosas derivan su ser”.

Muchos lectores se impacientan ante productos lingüísticos de esta clase. Al no poder ver ningún significado en ellos, se sienten inclinados a arrojar el libro al cesto de la basura. Para que puedan superar su reacción emocional y llegar a una crítica lógica, se invita a estos lectores a estudiar el llamado lenguaje filosófico con la actitud del observador neutral, al modo del naturalista que estudia un raro espécimen de insecto. El análisis del error principia con el análisis del lenguaje.

El estudiante de filosofía no se disgusta generalmente con las formulaciones oscuras. Por el contrario, al leer el pasaje citado muy probablemente se convencerá de que debe ser culpa suya si no lo entiende. Por lo tanto, lo leerá una y otra vez hasta llegar a una etapa en que crea haberlo entendido. En este punto le parecerá obvio que la razón consiste en una materia infinita que está en la base de toda la vida natural y espiritual y que es por ello la sustancia de todas las cosas. Se ha condicionado de tal modo a este modo de hablar, que llega a olvidarse de las críticas que haría un hombre menos “ilustrado”.

Consideremos ahora a un hombre de ciencia acostumbrado a usar las palabras en tal forma que toda oración tiene un significado. Sus juicios están constituidos de modo tal que siempre puede demostrar su verdad. No le importa que la prueba requiera largas cadenas de pensamientos; no le teme al razonamiento abstracto; pero exige que el pensamiento abstracto esté relacionado en alguna forma con lo que sus ojos ven y sus oídos oyen y sus dedos tocan. ¿Qué es lo que diría este hombre si leyera el pasaje en cuestión?

Las palabras “materia” y “sustancia” no le son extrañas. Él las ha aplicado en su descripción de muchos experimentos; ha aprendido a medir el peso y la solidez de una materia o una sustancia. Sabe que una materia puede estar formada de varias sustancias, cada una de las cuales puede tener un aspecto muy diferente al de la materia. De modo que estas palabras no ofrecen ninguna dificultad en sí mismas.

Pero ¿qué clase de materia es aquella que sustenta la vida? Uno se inclinaría a pensar que es la sustancia de la que están hechos nuestros cuerpos. ¿Cómo entonces puede identificarse con la razón? La razón es una facultad abstracta de los seres humanos, que se manifiesta en la conducta de éstos o, para ser más modestos, en partes de su conducta. ¿Quiere decir entonces el filósofo citado que nuestros cuerpos están hechos de una facultad abstracta que les es peculiar?

Ni siquiera un filósofo podría decir semejante absurdo. ¿Qué quiere decir entonces? Posiblemente que todos los acontecimientos del universo están arreglados de tal modo que sirvan a un propósito racional. Ésa es una aseveración que puede ponerse en tela de juicio, pero al menos es comprensible. Pero si es eso lo que el filósofo quiere decir, ¿por qué hacerlo en una forma tan misteriosa?

Ésa es la pregunta que yo quiero contestar antes de decir qué es la filosofía y qué es lo que debería ser.

II. LA BUSCA DE LO GENERAL Y LA SEUDO-EXPLICACIÓN

LA BÚSQUEDA del conocimiento es tan vieja como la historia de la humanidad. Con el nacimiento de la agrupación social y el uso de los medios para una satisfacción más plena de las necesidades diarias surgió el *deseo de conocer*, pues el conocimiento es indispensable para el manejo de los objetos de nuestro ambiente a fin de poder ponerlos a nuestro servicio.

La esencia del conocimiento es la *generalización*. Que el fuego pueda producirse frotando dos leños de una determinada manera es un conocimiento derivado de la generalización de experiencias particulares; decir esto significa que el frotamiento de leños en esta forma producirá *siempre* fuego. El arte de descubrir es, por lo tanto, el arte de la correcta generalización. Lo que no es pertinente, como la forma o el tamaño del leño, debe ser excluido de la generalización; lo que es pertinente, por ejemplo, el estado seco del leño, debe incluirse en ella. El significado del término "pertinente" puede definirse de esta manera: lo que debe mencionarse para que la generalización sea válida. La separación de los factores pertinente y no pertinente constituye el principio del conocimiento.

La generalización es, pues, el origen de la ciencia. La ciencia de los antiguos se expresa en las muchas técnicas de su civilización: la construcción de casas, el tejido de telas, la forja de armas, la construcción de navíos y el cultivo de la tierra. Está mejor representada en su física, su astronomía y sus matemáticas. Lo que nos permite hablar de una ciencia antigua es el hecho de que los antiguos hayan logrado establecer un número considerable de generalizaciones de gran amplitud: conocieron leyes de geometría, válidas para todas las partes del espacio sin excepción; leyes de astronomía, que rigen el tiempo; y un buen número de leyes físicas y químicas, tales como las de la palanca y las referentes a la temperatura de fusión. Todas estas leyes son generalizaciones; expresan que un cierto número de implicaciones son válidas para todos los objetos de una clase determinada. En otras palabras, son juicios de la clase *si-siempre*. El ejemplo "*si* se calienta un metal suficientemente *siempre* se funde" es de esta clase.

La generalización, más aún, es la naturaleza misma de la explicación. Lo que queremos decir con explicar un hecho observado es que se incorpora ese

hecho a una ley general. Por ejemplo, observamos que a medida que el día avanza empieza a soplar viento del mar a la tierra; explicamos este hecho por la ley general de que los cuerpos calientes se dilatan y aligeran de este modo según proporciones iguales. Vemos así cómo esta ley rige en el ejemplo considerado: el sol calienta a la tierra con mayor intensidad que al agua, de tal manera que el aire que se encuentra sobre la tierra se calienta y se eleva, cediendo así su lugar al aire que viene del mar. Otro ejemplo más. Observamos que los organismos vivos necesitan alimento para poder existir; explicamos este hecho por la ley general de la conservación de la energía. La energía que los organismos gastan en sus actividades debe ser sustituida con las calorías de los alimentos. Uno más: observamos que los cuerpos en libertad caen; explicamos esto por la ley general de que las masas se atraen entre sí. La gran masa de la tierra atrae a las masas pequeñas hacia su superficie.

La palabra “atraer” que usamos en el último ejemplo es una palabra peligrosa, porque sugiere una analogía con ciertas experiencias psicológicas. Nosotros nos sentimos atraídos por cosas que deseamos, como cosas de comer o un automóvil último modelo; y nos gusta imaginar la atracción que ejerce la tierra sobre los cuerpos como la satisfacción de una especie de deseo, al menos de parte de la tierra. Pero esta interpretación constituiría un *antropomorfismo*, esto es, la atribución de cualidades humanas a objetos físicos. Es obvio que no puede darse ninguna explicación por medio de paralelismos entre hechos naturales y hechos humanos. Cuando decimos que la ley de la atracción de Newton explica la caída de los cuerpos, significamos con ello que el movimiento de los cuerpos hacia la tierra se incorpora a la ley general según la cual todos los cuerpos se mueven uno hacia otro.

La palabra “atracción” en el sentido en que la usa Newton no expresa más que ese movimiento de los cuerpos de uno hacia otro. El poder explicativo de la ley de Newton se deriva de su generalidad, no de su analogía superficial con las experiencias psicológicas. Explicación es generalización.

Algunas veces se llega a la explicación por la suposición de un hecho que no se observa o que no puede ser observado. Por ejemplo, el ladrido de un perro podría explicarse suponiendo que un extraño se acerca a la casa; y la aparición de fósiles marinos en las montañas se explica suponiendo que el suelo estuvo en alguna época en un nivel más bajo y estaba cubierto por el mar. Pero el hecho no observado es explicativo sólo porque demuestra que el hecho observado es manifestación de una ley general: los perros ladran cuando se acerca un extraño y los animales marinos no viven en la tierra. Las

leyes generales pueden de este modo ser utilizadas para deducciones que descubren hechos nuevos, y la explicación se convierte en un instrumento para completar el mundo de la experiencia directa con objetos y acontecimientos deducidos.

No debe extrañar por ello el hecho de que la acertada explicación de muchos fenómenos naturales haya desarrollado en el espíritu humano el impulso hacia una generalidad cada vez mayor. La multitud de hechos observados no podía satisfacer el anhelo de conocer; la búsqueda de conocimiento trascendió la observación y exigió la generalidad. Pero es una triste realidad que los seres humanos tienden a dar respuestas aun cuando no tengan los medios de alcanzar las respuestas correctas. La explicación científica exige amplia observación y pensamiento crítico. Mientras más amplia sea la generalidad a que se aspire, mayor debe ser la cantidad de material por observar y más agudo el pensamiento crítico. Cuando la explicación científica fracasó porque el conocimiento de la época era insuficiente para suministrar la correcta generalización, la imaginación tomó su lugar y brindó una explicación que resultó atrayente para esta tendencia a la generalidad, al satisfacerla con ingenuos paralelismos. Analogías superficiales, de preferencia analogías con experiencias humanas, se confundieron con generalizaciones y se tomaron como explicaciones. La busca de la generalidad se calmó con la *seudo-explicación*. Y fue en este terreno donde surgió la filosofía.

Claro que un origen así no es garantía de nada. Pero no estoy escribiendo una carta de recomendación para la filosofía. Lo que deseo es explicar su existencia y su naturaleza. Y es un hecho que tanto su debilidad como su fuerza pueden explicarse por tener su origen en una base tan incierta.

Permítaseme ilustrar lo que quiero decir con seudo-explicación. El deseo de comprender el mundo físico ha llevado siempre al problema de cómo principió el mundo. Las mitologías de todos los pueblos cuentan con versiones primitivas sobre el origen del universo. La historia más conocida de la creación, producto del espíritu imaginativo hebreo, se da en la Biblia y data del siglo IX a. C. aproximadamente. Explica el mundo como la creación de Dios. Su explicación es del tipo ingenuo que satisface a la mente primitiva o a la infantil. Procede por analogías antropomórficas: así como los humanos hacen casas, herramientas y jardines, Dios hizo el mundo. Una de las cuestiones más generales y fundamentales, la de la génesis del mundo físico, se contesta con otra analogía fundada en experiencias de la vida cotidiana. El hecho de que descripciones de esta clase no constituyan una explicación, y de

que si fueran verdaderas sólo complicarían el problema, es cosa que con frecuencia se ha discutido debidamente. La historia de la creación es una seudo-explicación.

Y, sin embargo, ¡qué poder tan sugestivo tiene! El pueblo judío, en ese entonces todavía en una etapa primitiva, dio al mundo una narración tan vivida, que ha fascinado a todos los lectores hasta nuestros días. El cuadro sobrecogedor de un dios cuyo espíritu flotaba sobre la superficie de las aguas y dio ser al mundo con unas cuantas palabras se apodera de nuestra imaginación. Los profundos deseos innatos de un padre poderoso se satisfacen con esta brillante ficción antigua. Sin embargo, la satisfacción de deseos psicológicos no es explicación. La filosofía ha salido siempre perjudicada por una confusión de la lógica con la poesía, de la explicación racional con la imaginación, de la generalidad con la analogía. Muchos sistemas filosóficos son como la Biblia, obras maestras de poesía, ricas en cuadros que estimulan nuestra imaginación, pero carentes del poder de clarificación que brota de la explicación científica.

Algunas cosmogonías griegas difieren de la historia judía acerca del origen del mundo ya que suponen una evolución, no una creación. A este respecto son más científicas; pero no ofrecen ninguna explicación científica en el sentido moderno, porque también están construidas con generalizaciones primitivas de la experiencia cotidiana. Anaximandro, que vivió alrededor del año 600 a. C., creía que el mundo había evolucionado a partir de una sustancia infinita, que él llamaba *ápeiron*. Primero lo caliente se separó de lo frío, que se convirtió en la tierra; el calor del fuego rodeó a la tierra fría y tomó la forma de círculos de aire. Todavía es así: el fuego puede verse por los agujeros de los círculos, que aparecen ante nuestros ojos como el sol, la luna y las estrellas. Los seres vivos se desarrollaron a partir de la humedad que rodeaba a la tierra y principiaron como formas inferiores; los seres humanos mismos principiaron como peces. El filósofo que nos dio estos cuadros fantásticos acerca del origen del mundo aplicó la analogía como explicación. Y, sin embargo, sus explicaciones no son enteramente vanas, y constituyen cuando menos un paso en la dirección correcta. Son teorías científicas primitivas y, si se hubieran utilizado como directrices para observaciones y análisis posteriores, podrían haber conducido a la larga a mejores explicaciones. Por ejemplo, los círculos de Anaximandro son intentos para explicar los caminos circulares de las estrellas.

Hay dos clases de falsas generalizaciones que pueden clasificarse en formas inocuas y formas perniciosas de error. Las primeras, que se encuentran

con frecuencia entre los filósofos de espíritu empírico, se prestan fácilmente a corrección y a superación a la luz de una más amplia experiencia. Las segundas, que consisten en analogías y seudo-explicaciones, conducen a huecos verbalismos y a peligrosos dogmatismos. Las generalizaciones de esta clase parecen nutrir la obra de los filósofos especulativos.

Como un ejemplo de generalización perniciosa, que utiliza una analogía superficial con la intención de erigir una ley universal, tenemos el pasaje filosófico citado al principio. La observación sobre la que se basa el juicio es el hecho de que la razón, en gran medida, rige los actos humanos determinando de este modo, aun cuando sea parcialmente, la evolución humana. Al buscar una explicación el filósofo considera la razón como análoga a una sustancia que determina las propiedades de los objetos que de ella están compuestos. Por ejemplo, la sustancia hierro determina las propiedades de un puente construido de esa sustancia. A todas vistas, la analogía es bastante defectuosa. El hierro es la misma clase de sustancia que el puente; pero la razón no es una sustancia similar a la de los cuerpos humanos y no puede ser el conductor material de los actos humanos. Cuando Tales, quien adquirió fama como “sabio de Mileto” alrededor de 600 a. C., expuso la teoría de que el agua es la sustancia de todas las cosas, hizo una falsa generalización; la observación de que el agua se encuentra contenida en muchas materias, como en el suelo o en los organismos humanos, fue falsamente extendida al supuesto de que se encuentra en todos los objetos. La teoría de Tales, sin embargo, es razonable en cuanto hace de una sustancia física la piedra angular de todas las demás. Es, cuando menos, una generalización, aunque falsa, y no una analogía. ¡Cuán superior es el lenguaje de Tales al del pasaje arriba citado!

El peligro de un lenguaje vago estriba en que da origen a ideas falsas, y la comparación de la razón con una sustancia brinda un buen ejemplo de esto. El filósofo que escribió este pasaje objetaría vehementemente la interpretación de su juicio como una mera analogía. Pretendería que había descubierto la verdadera sustancia de todas las cosas y rechazaría la interpretación de ella como sustancia física. Diría que la palabra sustancia tiene un significado “más profundo”, del cual el de sustancia física no es más que un ejemplo especial. Traducido a lenguaje inteligible, esto querría decir que la relación entre los acontecimientos en el universo y la razón es igual a la relación entre el puente y el hierro del que aquél está hecho. Pero esta comparación es a todas luces insostenible y la traducción a lenguaje claro demuestra que cualquier interpretación seria de la analogía conduciría a un disparate lógico. El llamar

a la razón sustancia puede producir algunas imágenes en quien escucha; pero en aplicaciones más amplias tales combinaciones de palabras desvían al filósofo haciéndolo saltar a conclusiones que la lógica no puede garantizar. Los errores perniciosos por falsas analogías han constituido la enfermedad del filósofo en todos los tiempos.

La falacia cometida en esta analogía es un ejemplo de una especie de error llamado *sustancialización de lo abstracto*. Un nombre abstracto, como "razón", se toma como si se refiriera a una entidad con carácter de cosa. Existe una ilustración clásica de esta clase de falacia en la filosofía de Aristóteles (384-322 a. C.), donde trata de la forma y la materia.

Los cuerpos geométricos presentan el aspecto de una forma distinta a la de la materia de que están hechos; la forma puede cambiar, en tanto que la materia sigue siendo la misma. Esta simple experiencia cotidiana se ha convertido en el origen de un capítulo de la filosofía tan oscuro como influyente, y lo ha hecho posible sólo el abuso de una analogía. La forma de la futura estatua, dice Aristóteles, debe encontrarse en el bloque de piedra antes de ser esculpida, pues de otro modo no se la encontraría después; todo lo que deviene, por lo mismo, no es sino el proceso de la materia que toma forma. La forma, por lo tanto, debe ser un algo. Es evidente que a esta deducción sólo puede llegarse con ayuda de un uso vago de las palabras. Decir que la forma de la estatua está en la piedra antes de que el escultor la trabaje, quiere decir que podemos distinguir o "ver" dentro del bloque la superficie que será después la misma de la estatua. Al leer a Aristóteles uno a veces piensa que en realidad sólo quiere expresar este hecho trivial. Pero muchos pasajes claros, inteligibles de sus escritos están seguidos de un lenguaje oscuro. Dice cosas tales como que una esfera de bronce se hace de bronce y esfera, poniendo la forma en la materia, y llega a considerar la forma como una sustancia que existe permanentemente sin cambio.

Una figura de lenguaje se ha convertido así en el origen de una disciplina filosófica llamada *ontología*, que se supone trata de los últimos fundamentos del ser. La frase "últimos fundamentos del ser" es en sí misma una figura de lenguaje. Debe perdonárseme el que haga uso de lenguaje metafísico sin mayor explicación, agregando sólo que para Aristóteles la forma y la materia constituyen tales fundamentos últimos del ser. La forma es realidad en acto y la materia realidad en potencia, porque la materia es susceptible de tomar múltiples formas diferentes. Además, se considera la relación entre forma y materia como el trasfondo de muchas otras relaciones. En la arquitectura del universo, las esferas y los elementos superiores e inferiores, el alma y el

cuerpo, el macho y la hembra, guardan la misma relación que la forma y la materia. Evidentemente, Aristóteles piensa que esta relación se explica por la estrecha comparación con la relación fundamental entre forma y materia. Una interpretación literal de tal analogía suministra de este modo una seudo-explicación, que por insuficiencia de sentido crítico reúne múltiples fenómenos diferentes bajo la misma etiqueta.

Debo admitir que la significación histórica de Aristóteles no debe ser juzgada con normas críticas que son producto del pensamiento científico moderno. Pero medida incluso con los módulos científicos de su tiempo, o con sus propios resultados en los campos de la biología y la lógica, su metafísica no es conocimiento, no es explicación, sino *analogismo*, esto es, una fuga hacia el lenguaje imaginativo. La tendencia a descubrir generalidades hace que el filósofo olvide aun los mismos principios que aplica con éxito en campos de investigación más limitados, y lo impele a perderse en palabras ahí donde el conocimiento no es todavía accesible. Ésta es la razón psicológica de la extraña mezcla de observación y metafísica que hace de este notable coleccionista de material empírico un teórico dogmático, que satisface su anhelo de explicación acuñando palabras y estableciendo principios no traducibles a experiencias susceptibles de verificación.

Lo que Aristóteles sabía sobre la estructura del universo o sobre la función biológica del macho y la hembra no era suficiente para admitir una generalización.

Su astronomía era la del sistema geocéntrico, según el cual la tierra ocupa el centro del universo; y su conocimiento del mecanismo de la reproducción no tomaba en cuenta lo que es un hecho elemental para la biología moderna: no sabía que el espermatozoide macho y el óvulo hembra se unen en la generación de un nuevo individuo. Nadie le reprocharía el no conocer resultados que no podrían descubrirse sin el telescopio o el microscopio. Pero ante la carencia de conocimiento fue debilidad suya el tomar rudimentarias analogías por explicaciones. Por ejemplo, al hablar sobre la reproducción dice que el individuo macho simplemente imprime una forma sobre la sustancia biológica de la hembra. Desorientadora aun como figura de lenguaje, esta vaga afirmación no puede considerarse como el primer paso en el camino hacia más sólidas vías del pensamiento. El resultado trágico de este analogismo ha sido que algunos sistemas filosóficos, en lugar de preparar gradualmente el advenimiento de una filosofía científica, lo han obstruido. La metafísica de Aristóteles ha influido sobre el pensamiento de dos mil años y es todavía admirada por muchos filósofos de nuestro tiempo.

Es verdad que algunos historiadores modernos de la filosofía se permiten ocasionales críticas dentro del marco de la tradicional veneración de Aristóteles, pretendiendo distinguir entre su penetración filosófica y las partes de su sistema que consideran como producto de las imperfecciones de su época. Pero lo que a nosotros se presenta como penetración filosófica no es a menudo sino hueco verbalismo lleno de significados en los que nunca pensó el autor. La relación de forma y materia se presta a muchas analogías, sin suministrar ninguna explicación. Una interpretación justificadora no es el medio de subsanar los errores profundamente arraigados de un filósofo. No estimula la investigación filosófica la interpretación de los errores de los grandes hombres por significaciones tan torcidas, que se convierten en acertijos de algo que en épocas posteriores los hombres han podido comprobar. La historia de la filosofía avanzaría mucho más rápidamente si su progreso no fuera detenido con tanta frecuencia por quienes la han hecho el tema de su investigación.

He usado la doctrina de la forma y la materia de Aristóteles como una ilustración de lo que he llamado seudo-explicación. La filosofía antigua nos brinda otro ejemplo de esta infortunada forma de razonar: la filosofía de Platón. Como Aristóteles fue alguna vez discípulo de Platón, hasta podría creerse que se sentía inclinado hacia esta forma de pensar por el uso abundante que su maestro hizo del lenguaje plástico y del analogismo. Pero prefiero examinar la filosofía de Platón sin referirme a sus efectos sobre Aristóteles, que han sido analizados con frecuencia. Su influencia puede seguirse en una gran variedad de sistemas filosóficos, razón suficiente para estudiar su origen lógico con más detalle.

La filosofía de Platón (427-347 a. C.) se basa en una de las más extrañas y, sin embargo, más influyentes doctrinas filosóficas: su teoría de las ideas. La teoría de las ideas, tan admirada y tan intrínsecamente antilógica, surgió del intento de explicar la posibilidad del conocimiento matemático así como de la conducta moral. Discutiré el último de los orígenes mencionados en el capítulo IV y me concretaré en estas observaciones al primer origen.

La demostración matemática se ha considerado siempre como un método de conocimiento que satisface las más altas normas de la verdad, y Platón subrayó desde luego la superioridad de las matemáticas sobre todas las otras formas de conocimiento. Pero el estudio de las matemáticas conduce a ciertas dificultades lógicas cuando se realiza con la actitud crítica del filósofo. Esto se refiere, en particular, a la geometría, disciplina que ocupaba el primer plano en las investigaciones de los matemáticos griegos. Expondré primero

estas dificultades en la forma lógica y la terminología con que las presentaríamos hoy, y luego discutiré la solución ofrecida por Platón.

Una breve excursión por la lógica ayudará a clarificar el problema. El lógico distingue entre juicios *universales* y juicios *particulares*. Los juicios universales son juicios de totalidad; son de la siguiente forma: "todas las cosas de determinada clase tienen determinadas propiedades". También se les llama *implicaciones generales* porque afirman que la condición expresada implica la posesión de la propiedad. Como ejemplo consideremos el juicio: "todos los metales calientes se dilatan", que puede ponerse también en la siguiente forma: "si un metal se calienta, se dilata".

Cuando queramos aplicar esta implicación a algún objeto particular debemos aseguramos de que el objeto satisfaga la condición expresada; de ese modo podemos deducir que tiene la propiedad dicha. Por ejemplo, observamos que un metal se calienta; decimos entonces que se dilata. El juicio "este metal caliente se dilata" es un juicio particular.

Los teoremas de la geometría tienen la forma de juicios universales o implicaciones generales. Como ilustración tomemos el teorema "la suma de los ángulos de un triángulo es igual a 180 grados", o el teorema de Pitágoras "en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos". Cuando queramos aplicar estos teoremas debemos aseguramos de que se satisface la condición expuesta. Por ejemplo, si dibujamos un triángulo en el suelo, debemos comprobar con el auxilio de una cuerda tensa que los lados sean rectos; de ese modo podremos afirmar que sus ángulos suman 180 grados.

Las implicaciones generales de esta clase son muy útiles porque nos permiten hacer predicciones. Por ejemplo, la implicación sobre los cuerpos calientes nos permite predecir que los rieles del ferrocarril se dilatarán con el sol. La implicación sobre los triángulos nos dice de antemano los resultados que obtendremos al medir los ángulos de un triángulo formado por tres torres. A estos juicios se les llama *sintéticos*, expresión que puede traducirse por *informativos*.

Hay otra clase de implicación general. Consideremos el juicio "todos los solteros no son casados". Este juicio no es muy útil, pues si queremos saber si un hombre es soltero, debemos primero saber si está casado o no; y una vez que lo sabemos, el juicio no nos dice nada más. La implicación no agrega nada a la condición expuesta en ella. Los juicios de esta clase son vacíos; se les llama *analíticos*, o, con otra expresión, *auto-explicativos*.

Discutiremos ahora la cuestión de cómo debemos averiguar si una implicación general es verdadera. Por lo que respecta a las implicaciones analíticas, esta cuestión se resuelve fácilmente. La implicación “todos los solteros no son casados” no es sino una consecuencia de la palabra “soltero”. Pero sucede una cosa diferente con los juicios sintéticos. El significado de las palabras “metal” y “caliente” no incluye ninguna referencia a “dilatación”. La implicación puede, por lo tanto, comprobarse sólo por medio de la observación. Hemos descubierto en nuestras experiencias anteriores que los metales calientes se dilatan y por ello nos sentimos autorizados a establecer la implicación general.

Esta explicación, sin embargo, no parece regir para las implicaciones geométricas. ¿Hemos aprendido por nuestras experiencias anteriores que los ángulos de un triángulo suman 180 grados? Una ligera reflexión acerca del método geométrico contradice cualquier respuesta afirmativa. Sabemos que el matemático tiene una prueba para el teorema de la suma angular. Para esta prueba traza líneas en un papel y nos explica ciertas relaciones con referencia a su dibujo, pero no mide los ángulos. Acude a determinadas verdades generales llamadas *axiomas*, de las que deriva el teorema lógicamente. Por ejemplo, se refiere al teorema de que dada una línea recta y un punto fuera de ella, sólo hay una y nada más que una paralela a esa línea que pase por este punto. Este axioma está ilustrado en su diagrama, pero no lo prueba por medio de medidas; no mide las distancias entre las líneas para demostrar que las líneas son paralelas.

En realidad, es incluso posible que llegue a decir que su dibujo es deficiente y que por ello no puede servir de ejemplo para un triángulo o para las paralelas; pero insistirá en que su prueba es, de todos modos, estricta. El conocimiento geométrico, dirá, es producto de la mente, no de la observación. Los triángulos trazados en el papel pueden ayudamos a poner en claro aquello de lo que hablamos, pero no suministran ninguna prueba. La prueba es cuestión de razonamiento, no de observación. Para realizar este razonamiento, nos representamos las relaciones geométricas y “vemos”, en un sentido “superior” de la palabra, que la conclusión geométrica es inevitable y, por lo tanto, estrictamente verdadera. La verdad geométrica es un producto de la razón; ello le da una categoría superior respecto de la verdad empírica, que se obtiene por la generalización de un gran número de ejemplos.

El resultado de este análisis es que la razón se muestra en posibilidad de descubrir propiedades generales de los objetos físicos, y esto es, a decir verdad, una conclusión sorprendente. No habría ningún problema si la verdad

de la razón se limitara a la verdad analítica. Que los solteros no sean casados es un hecho que puede conocerse sólo por la razón; pero como este juicio es inútil, no ofrece ningún problema filosófico. Otra cosa sucede con los juicios sintéticos. ¿Cómo puede la razón descubrir la verdad sintética?

Es la pregunta que se hizo Kant más de dos mil años después de Platón, que no expuso el problema con igual claridad, aunque debe de haberlo visto en forma parecida. Deducimos esta interpretación de la respuesta que da al problema, esto es, de la forma en que habla sobre el origen del conocimiento geométrico.

Platón nos dice que además de las cosas físicas hay otra clase de cosas que él llama *ideas*. Existe la idea de triangulo, de paralelas o de círculo, además de las correspondientes figuras trazadas sobre el papel. Las ideas son superiores a los objetos físicos, muestran las propiedades de estos objetos de un modo perfecto, y por ello sabemos más sobre los objetos físicos mirando sus ideas que mirando los objetos mismos. Lo que Platón quiere decir se ilustra también con referencia a las figuras geométricas: las líneas rectas que nosotros trazamos son gruesas y, por lo tanto, no son líneas en el sentido en que las considera el geómetra, ya que las suyas no tienen la dimensión de grosor; los vértices de un triángulo trazado en la arena son en realidad pequeñas superficies y, por lo tanto, no puntos ideales. La discrepancia entre el significado de los conceptos geométricos y sus realizaciones en objetos físicos conduce a Platón a la creencia de que deben existir objetos ideales, o representaciones ideales de estos significados. Platón llega de esta manera a un mundo de realidades superior a nuestro mundo de objetos físicos. Éstos, dice él, participan de los objetos ideales en forma tal que muestran las propiedades de los objetos ideales de un modo imperfecto.

Pero los objetos matemáticos no son las únicas cosas que existen en forma ideal. Según Platón existen toda clase de ideas, tales como la idea de gato, la de ser humano o la de casa. En resumen, todos los nombres genéricos (que designan objetos de la misma clase), o *universales*, indican la existencia de la idea correspondiente. Como las ideas matemáticas, las ideas de otros objetos son perfectas en comparación con sus copias imperfectas del mundo real. De este modo el gato ideal muestra todas las propiedades de la “gatidad” en forma perfecta, y el atleta ideal es superior a todos los atletas reales posibles desde cualquier punto de vista; por ejemplo, posee la forma de cuerpo ideal. A propósito, el uso que hoy hacemos de la palabra “ideal” proviene de la teoría de Platón.

Por extraña que pueda parecer la doctrina de las ideas a la mente moderna, dentro del campo de conocimiento en la época de Platón debe considerarse como un intento para explicar la naturaleza aparentemente sintética de la verdad matemática. Las propiedades de los objetos ideales nos son reveladas por actos de visión y de este modo adquirimos un conocimiento de las cosas reales. La visión de las ideas se considera como una fuente de conocimiento comparable a la observación de los objetos reales, pero superior a ella por el hecho de que revela propiedades *necesarias* de sus objetos. La observación sensorial no puede darnos la verdad infalible, pero la visión sí. Por "los ojos de la mente" vemos que dado un punto sólo puede trazarse una paralela que pase por él en relación con una línea dada. Por el hecho de que este teorema se nos presenta como una verdad infalible, no puede derivarse de observaciones empíricas, sino que nos es dado por un acto de visión que podemos realizar aunque tengamos cerrados los ojos. Es ésta la forma como podemos exponer la concepción de Platón sobre el conocimiento geométrico. Sea cualquiera la opinión que nos formemos de ella, debemos admitir que demuestra una profunda penetración dentro de los problemas lógicos de la geometría. Kant la defendió en una versión más acabada y, a decir verdad, no podía ser sustituida por una concepción menos misteriosa antes que el avance cultural del siglo XIX hubiera conducido a nuevos descubrimientos en los terrenos de las matemáticas, con lo que se echaron abajo las interpretaciones de la geometría tanto de Platón como de Kant.

Debe tenerse en cuenta que, para Platón, los actos de visión pueden suministrar conocimiento sólo porque los objetos ideales existen. La extensión del concepto de existencia es indispensable para él. Como los objetos físicos existen, pueden verse; como las ideas existen, pueden verse con los ojos de la mente. Platón debe de haber llegado a su concepción a través de un razonamiento de esta clase, aun cuando él no lo formula explícitamente. Su visión matemática la explica como análoga al sentido de la percepción. Es aquí, empero, donde a la lógica de su teoría le falta solidez, juzgada incluso con una norma crítica ajustada a su tiempo. Donde se intenta una explicación se la suplanta con una analogía. Y la analogía no es, a todas luces, muy buena, ya que borra la diferencia intrínseca entre el conocimiento matemático y el empírico. Pasa por alto el hecho de que el "ver" de las relaciones necesarias es esencialmente diferente del ver de los objetos empíricos. Si se sustituye una explicación con una imagen y se inventa un mundo constituido por una realidad independiente y "superior", es porque el filósofo procede por analogía más que por análisis. Como en la ilustración de

las filosofías mencionadas antes, la interpretación literal de una analogía se convierte en el origen de un error filosófico. La teoría de las ideas, con su generalización del concepto de existencia, da una seudo-explicación.

El platónico trataría tal vez de defenderse con un argumento como el siguiente. No debe interpretarse equivocadamente la existencia de las ideas. Su existencia no necesita ser precisamente de la misma clase que la de los objetos empíricos. ¿No puede usar el filósofo ciertos términos del lenguaje ordinario con una significación hasta cierto punto más amplia si ha menester de tales términos?

Yo no creo que una respuesta como ésta suministre una buena defensa del platonismo. Es desde luego cierto que, con mucha frecuencia, ciertos términos del lenguaje ordinario se utilizan en el lenguaje científico por su analogía con nuevos conceptos que el hombre de ciencia necesita. Por ejemplo, el término "energía" se usa en la física con un sentido abstracto, que tiene algún parecido con su sentido en la vida ordinaria. Tal uso nuevo de términos, empero, está autorizado sólo cuando el nuevo significado se define con precisión y su uso posterior mantiene estrictamente ese nuevo significado y no su analogía con el antiguo. Un físico que hable de la energía de la radiación solar, por ejemplo, no diría que el sol es enérgico como lo diría de un hombre. Tal uso del lenguaje constituiría un retroceso a significados anteriores.

Por lo que respecta a Platón, no es científico el uso que hace de la palabra "existencia". Si así fuera, el juicio de que los objetos ideales existen habría sido definido en función de otros juicios que no contuvieran término tan dudoso, y no habría sido usado independientemente con un significado comparable al de la existencia física. Podríamos definir la existencia de un triángulo ideal en el sentido de que podemos hablar sobre triángulos en función de implicaciones o, para usar el álgebra como ilustración, podemos decir que para toda ecuación algebraica con una cantidad desconocida, siempre que satisfaga ciertas condiciones, existe una solución. En este caso la palabra "existe" quiere decir que sabemos cómo hallar la solución. El uso de la palabra "existencia" en este caso no constituye sino una forma inofensiva de lenguaje, que en realidad es usada con frecuencia por los matemáticos. Pero cuando Platón habla de la existencia de las ideas, la frase significa mucho más que una expresión traducible a significados ya establecidos.

Lo que Platón quiere es una explicación de la posibilidad del conocimiento de la verdad matemática, y construye su teoría de las ideas como una explicación de tal conocimiento; esto es, cree que la existencia de las ideas puede explicar nuestro conocimiento de los objetos matemáticos

porque hace posible una especie de percepción de la verdad matemática en el mismo sentido en que la existencia de un árbol hace posible la percepción de un árbol. Es evidente que la interpretación de la existencia ideal como una forma de lenguaje no le senaria de nada, puesto que no garantizaría ninguna especie de sentido de percepción de objetos matemáticos. Por el contrario, llega a un concepto de la existencia ideal que comprende tanto las propiedades de la existencia física como el conocimiento matemático, extraña mezcla de dos elementos que persiste en el lenguaje filosófico.

He dicho antes que la ciencia muere cuando el anhelo de conocimiento se mitiga con una seudo-explicación, con la confusión de la analogía con la generalidad y con el uso de imágenes en lugar de conceptos bien definidos. Como las cosmologías de su tiempo, la teoría de las ideas de Platón no es ciencia sino poesía; es un producto de su imaginación, pero no de un análisis lógico. En el desarrollo subsecuente de su teoría, Platón no vacila en exhibir abiertamente la condición mística más que lógica de su pensamiento al ligar su teoría de las ideas con la concepción de la migración de las almas.

Esto sucede en el diálogo *Menón* de Platón. Sócrates desea explicar la naturaleza del conocimiento geométrico e ilustra su explicación por medio de un experimento con un joven esclavo, sin conocimiento alguno en las matemáticas y de quien obtiene una prueba geométrica. No explica al joven las relaciones geométricas que se usan para la solución, sino que le hace “verlas” a medida que desarrolla su interrogatorio. La encantadora escena la utiliza Platón para ilustrar la penetración en la verdad geométrica, como un ejemplo de conocimiento innato no derivado de la experiencia. Esta interpretación, aun cuando no sea aceptable para las concepciones modernas, habría sido, en la época de Platón, un argumento suficientemente poderoso sobre la visión de las ideas. Pero Platón no se contenta con este resultado, sino que quiere seguir desarrollando su exposición y explicar la posibilidad del conocimiento innato. Es aquí donde Sócrates mantiene que el conocimiento innato es reminiscencia, recuerdo de visiones de ideas que los hombres tuvieron en las vidas anteriores de su alma. Entre estas vidas anteriores se encontraba una vida en “el cielo más allá de los cielos”, donde se percibieron las ideas. De este modo Platón acude a la mitología para “explicar” el conocimiento de las ideas. Pero es difícil comprender por qué una visión de las ideas fue posible en vidas anteriores si en la presente vida es imposible, o por qué ha de ser necesaria una teoría de la reminiscencia si en nuestra vida presente la visión de las ideas existe.

El símil poético no es perturbado por la lógica. Cuando en la mitología griega surgió la cuestión de por qué la tierra no cae en el espacio infinito, se dio la respuesta de que un gigante, llamado Atlas, la sostenía sobre sus hombros. La teoría de la reminiscencia de Platón tiene cualidades explicativas semejantes a las de esta leyenda, por el hecho de que lo único que hace es trasladar el origen de un conocimiento de las ideas de una a otra vida. Y la cosmología de Platón, expuesta en el *Timeo*, se diferencia de esta ingenua ficción meramente por el uso de lenguaje abstracto. Por ejemplo, nos dice que el *ser* existió antes de la generación del universo. Sólo la oscuridad del lenguaje lleva a ver al filósofo una profunda sabiduría en tales palabras, que al ser examinadas fríamente recuerdan la historia del gato de Cheshire, en *Alicia en el país de las maravillas*, cuyo gesto podía verse aún después de que el gato desaparecía.

Pero no es mi deseo ridiculizar a Platón. Sus descripciones están hechas en un lenguaje que seduce a la imaginación; sólo que no deben tomarse como explicaciones. Lo que Platón ha creado es poesía y sus diálogos son obras maestras de la literatura universal. La historia de un Sócrates que enseña a los jóvenes a través de preguntas es un hermoso ejemplo de poesía didáctica, en el mismo nivel que la *Ilíada* de Homero y las doctrinas de los profetas. Pero no debemos tomar demasiado seriamente lo que Sócrates dice; lo que importa es cómo lo dice y la forma como estimula a sus discípulos dirigiéndolos hacia la discusión lógica. La filosofía de Platón es la obra de un filósofo convertido en poeta. Para un filósofo parece ser una tentación irresistible, cuando se halla ante problemas que no puede resolver, el entregarse a todo un lenguaje de imágenes en lugar de dar una explicación. Si Platón hubiera estudiado el problema del origen del conocimiento geométrico con la actitud del científico, su respuesta hubiera consistido en la simple aceptación del “yo no sé”. El matemático Euclides, en cambio, quien una generación después de Platón construyó el sistema axiomático de la geometría, no pretendió dar ninguna explicación de nuestro conocimiento de los axiomas geométricos. Pero el filósofo parece incapaz de dominar su anhelo de conocer.

A través de la historia de la filosofía encontramos la mente filosófica asociada con la imaginación del poeta: allí donde el filósofo inquirió, el poeta respondió. Al leer las exposiciones de los sistemas filosóficos, deberíamos, por lo tanto, concentrar nuestra atención en los problemas planteados más que en las soluciones dadas. El descubrimiento de cuestiones fundamentales es en sí mismo una contribución esencial al progreso intelectual, y cuando la historia de la filosofía se concibe como historia de problemas, ofrece un

aspecto mucho más fructífero que cuando se la considera como una historia de sistemas. Algunos de estos problemas, que tienen un lejano origen histórico, han hallado respuesta científica sólo en nuestros días. Uno de esos problemas es el del origen del conocimiento matemático. Otros, con historia semejante, serán considerados después.

El análisis del presente capítulo ha sido la primera respuesta a la cuestión psicológica relativa al lenguaje filosófico, que surgió al discutir el pasaje con que iniciamos este libro. El filósofo habla un lenguaje acientífico porque trata de dar respuestas a problemas en un momento en que aún no se tienen a la mano los medios para dar una respuesta científica. La explicación histórica, empero, tiene una validez limitada. Hay filósofos que continúan hablando el mismo lenguaje de imágenes cuando los medios para una solución científica existen ya. En tanto que la justificación histórica se puede aplicar a Platón, no puede suceder lo mismo con el autor de la cita sobre la razón como sustancia de todas las cosas, que podía haber aprovechado los productos de dos mil años de investigación científica posteriores a los tiempos de Platón, pero que no los tomó en cuenta.

III. LA BUSCA DE LA CERTEZA Y LA CONCEPCIÓN RACIONALISTA DEL CONOCIMIENTO

LO QUE el capítulo precedente ha demostrado es que las oscuras concepciones de los sistemas filosóficos han tenido su origen en ciertos *motivos extralógicos* que intervienen en el proceso del pensar. A la legítima búsqueda de explicaciones por medio de la generalidad se le ofrece una seudo-satisfacción con lenguaje de imágenes. Esta intrusión de la poesía dentro del terreno del conocimiento es estimulada por un impulso de construir mundos imaginarios, que puede tomar el lugar de la búsqueda de la verdad. La tendencia a pensar en imágenes puede llamarse un motivo extralógico, porque no representa una forma de análisis lógico sino que tiene su origen en necesidades mentales ajenas al reino de la lógica.

Existe otro motivo extralógico que estorba con frecuencia el proceso del análisis. Aun cuando el conocimiento adquirido por medio de la observación sensorial brinda en general buenos resultados en la vida diaria, desde muy temprano en la historia se le reconoce como no muy seguro. Hay algunas cuantas leyes físicas que parecen regir sin excepción, como la ley de que el fuego es caliente, o la de que los humanos son mortales, o la de que los cuerpos abandonados al vacío caen; pero hay muchísimas otras reglas que sí tienen excepciones, como la regla de que una semilla sembrada en la tierra crece, o como las leyes del tiempo atmosférico, o las reglas sobre la curación de las enfermedades humanas.

Una observación hecha con más detenimiento revela a menudo la existencia de excepciones aun para las leyes más estrictas. Por ejemplo, el fuego de las luciérnagas no es caliente, cuando menos en la acepción ordinaria de la palabra “caliente”; y las burbujas de jabón pueden elevarse en el aire. Aun cuando estas excepciones pueden desaparecer por una enunciación más precisa de la ley, determinando las condiciones de su validez y las significaciones de sus términos con mayor claridad, queda aún, por lo general, una duda sobre si la nueva formulación está libre de excepciones, y si podemos estar seguros de que nuevos descubrimientos no pondrán al descubierto limitaciones de la más reciente y acabada formulación. El

desarrollo de la ciencia, con su frecuente eliminación de viejas teorías y la sustitución de éstas por nuevas, da buenas razones para esta duda.

Hay otra fuente de duda: se encuentra en el hecho de que nuestras experiencias personales se dividen en un mundo de realidad y un mundo de sueños. El que tal división pueda hacerse es, históricamente hablando, un descubrimiento de un periodo relativamente reciente de la evolución humana, ya que sabemos que los pueblos primitivos de nuestro tiempo no poseen una clara delimitación de los dos mundos. Un hombre primitivo que sueñe que otro hombre lo ataca puede tomar su sueño como realidad y disponerse a matar al otro hombre; y cuando sueña que su mujer lo engaña con otro hombre, puede proceder a la realización de actos similares de venganza, o de justicia, dependiendo la terminología del punto de vista. Un psicoanalista tendería tal vez a perdonar a este hombre hasta cierto grado señalando que estos sueños no tienen lugar sin base alguna y justificaría, si no el acto en sí, al menos la sospecha. Sin embargo, el hombre primitivo acciona no sobre la base de consideraciones psicoanalíticas, sino por el hecho de que carece de una distinción clara entre el sueño y la realidad.

Aun cuando el hombre de sentido común de nuestro tiempo por lo general se siente cómodamente inmune contra esta confusión, un somero análisis demuestra que su confianza no está basada en la certeza, va que cuando soñamos no sabemos que estamos haciéndolo, y sólo más tarde, cuando hemos despertado, reconocemos nuestros sueños como tales. ¿Cómo es posible entonces que podamos alegar que nuestras experiencias presentes son más seguras que las de nuestros sueños? El hecho de que estén asociadas a un sentimiento de realidad no les da una base más firme, porque ése es el mismo sentimiento que tenemos en nuestros sueños. Ni siquiera podemos excluir la posibilidad de que experiencias posteriores demuestren que estamos sonando incluso ahora. El argumento no se presenta, empero, para disuadir al hombre de sentido común de que confíe en sus experiencias; pero demuestra que no podemos atribuir una infalibilidad absoluta a tales experiencias.

El filósofo se ha sentido siempre perturbado por la inestabilidad de la percepción sensible, que ha ilustrado con ejemplos como los expuestos; además, ha hecho mención de las ilusiones sensoriales en el estado de vigilia, tales como la aparente flexión de un madero sumergido en el agua, o el espejismo en el desierto. Por lo tanto, se llenó de gozo al hallar al menos un dominio del conocimiento que se le presentaba exento de engaño, y ése era el conocimiento matemático.

Como se ha dicho antes, Platón consideraba las matemáticas como la forma suprema del conocimiento. Su influencia ha contribuido considerablemente a la difundida concepción de que el conocimiento si no es de forma matemática no es conocimiento. El hombre de ciencia moderno, a pesar de su uso de las matemáticas como poderoso instrumento de investigación, no aceptaría este enjuiciamiento de modo incondicional. Haría hincapié en que la observación no puede ser excluida de la ciencia empírica y asignaría a las matemáticas meramente la función de establecer relaciones entre los diferentes resultados de la investigación empírica. El científico acepta de buen grado utilizar estas relaciones matemáticas como guía para nuevos descubrimientos por medio de la observación; pero sabe que le son útiles sólo porque parte de material de observación, y está siempre dispuesto a abandonar las conclusiones matemáticas si no son confirmadas por observaciones posteriores. La ciencia empírica, en el sentido moderno de la frase, es una íntima combinación del método matemático y el método de observación. Sus resultados no se consideran como absolutamente seguros, pero sí al menos como altamente probables y lo suficientemente firmes para todo propósito práctico.

A Platón, sin embargo, el concepto de conocimiento empírico le habría parecido un absurdo. Cuando identificó el conocimiento con el conocimiento matemático, quiso decir que la observación no debería tener sitio en el conocimiento. “Los argumentos derivados de probabilidades son falsedades”, nos dice por medio de uno de los discípulos de Sócrates en el diálogo *Fedón*. Lo que Platón quería era certeza absoluta, no la seguridad inductiva que los físicos modernos consideran como única meta posible. Es cierto que los griegos no tenían una ciencia física comparable a la nuestra y que Platón no sabía todo lo que podía alcanzarse por la combinación del método matemático con la experiencia. Sin embargo, había una ciencia natural que aun en los tiempos de Platón había tenido gran éxito con tal combinación, la ciencia de la astronomía. Las leyes matemáticas de la revolución de las estrellas y los planetas habían sido descubiertas, con un alto grado de perfección, por medio de hábil observación y por el razonamiento geométrico. Pero Platón no podía aceptar de buen grado la contribución de la observación a la astronomía. Insistía en que la astronomía era conocimiento sólo en la medida en que los movimientos de las estrellas eran “aprehendidos por la razón y la inteligencia”. Según él, la observación de las estrellas no podía enseñamos mucho sobre las leyes que rigen su revolución, porque su movimiento es imperfecto y no está estrictamente regido por leyes. Sería absurdo considerar,

decía Platón, que los movimientos reales de las estrellas son “eternos y no están sujetos a desviación alguna”. Dice con mucha claridad lo que él piensa sobre el astrónomo que basa su conocimiento en la observación: “Sea que un hombre se azore mirando al cielo o que quede absorto mirando al suelo, tratando de conocer algo de lo sensible, yo niego que pueda aprender algo, ya que nada sensible es objeto de la ciencia; su alma mira hacia lo bajo, no hacia lo alto, sea que busque en el agua o en la tierra, que navegue o que simplemente esté echado de espaldas sobre la tierra”. En lugar de observar las estrellas, deberíamos tratar de encontrar las leyes de su revolución por el pensamiento. El astrónomo debería “dejar en paz a los cielos” y llegar a la materia de su conocimiento por “el don natural de la razón” (*República*, VII). Nadie podría rechazar la ciencia empírica con mayor energía de lo que se hace en estas palabras, que expresan la convicción de que el conocimiento de la naturaleza no requiere la observación y puede alcanzarse sólo por medio de la razón.

¿Cómo puede explicarse psicológicamente esta actitud antiempírica? Es la busca de la certeza lo que hace que el filósofo desprecie la contribución de la observación al conocimiento. Como lo que él quiere absolutamente es el conocimiento seguro, no puede aceptar los resultados de las observaciones; como los argumentos derivados de probabilidades son falsedades, acude a las matemáticas como la única fuente admisible de la verdad. El ideal de la completa matematización del conocimiento, de una física que sea del mismo tipo que la geometría y la aritmética, surge del deseo de encontrar una absoluta certeza para las leyes de la naturaleza. Conduce a la absurda exigencia de que el físico haga a un lado sus observaciones y de que el astrónomo desvíe su mirada de las estrellas.

A la clase de filosofía que considera a la razón como base del conocimiento del mundo físico se la ha llamado *racionalismo*. Pero deben distinguirse esta palabra y su adjetivo *racionalista* de la palabra *racional*. El conocimiento científico se logra por el uso de métodos racionales, porque requiere el uso de la razón en su aplicación al material derivado de la observación. Pero no es racionalista. Esta predicación se aplicaría no al método científico, sino a un método filosófico que considera a la razón como fuente del conocimiento sintético sobre el mundo y que no requiere de la observación para la verificación de ese conocimiento.

En la literatura filosófica, el nombre de *racionalismo* se limita generalmente a ciertos sistemas racionalistas de la época moderna, distintos de los sistemas del tipo platónico llamados *idealismo*. En este libro el nombre

de *racionalismo* se aplicará siempre en su sentido amplio, de modo que incluya también al idealismo. El procedimiento es justificado ya que ambas clases de filosofías son semejantes en tanto que consideran a la razón como una fuente independiente del conocimiento del mundo físico. La razón psicológica de todo racionalismo, en el sentido amplio del término, es un motivo extralógico, esto es, un motivo que no se justifica lógicamente: es la busca de certeza.

Platón no fue el primer racionalista. Su antecesor más importante fue el filósofo-matemático Pitágoras (c. 540 a. C.), cuyas doctrinas ejercieron una gran influencia sobre Platón. Se comprende que el matemático se halle más inclinado que nadie a convertirse en racionalista. Conociendo el éxito que la deducción lógica tiene en problemas que no necesitan de ninguna referencia a la observación, tiende a creer que sus métodos pueden extenderse a otros problemas. El resultado es una teoría del conocimiento en la que el discernimiento sustituye a la percepción, y en que se atribuye a la razón un poder especial por medio del cual descubre las leyes generales del mundo físico.

Una vez que se abandona la observación empírica como una de las fuentes de la verdad, se está a un paso del misticismo. Si la razón puede dar origen al conocimiento, otras creaciones de la mente humana pueden igualmente ser merecedoras de tal facultad. De esta concepción nace una extraña mezcla de misticismo y matemáticas, que no ha desaparecido nunca desde que apareció en la filosofía de Pitágoras. Su veneración religiosa por los números y la lógica lo llevaron a afirmar que todas las cosas son números, doctrina que difícilmente puede traducirse a términos inteligibles. La teoría de la migración del alma, a que nos referimos al hablar de la teoría de las ideas de Platón (véanse pp. 33-4), era una de las doctrinas fundamentales de Pitágoras, que según se supone la tomó de las religiones orientales. Sabemos que Platón estaba familiarizado con esta doctrina por su relación con los pitagóricos. La concepción de que el discernimiento lógico puede revelar propiedades del mundo físico es también de origen pitagórico. Los discípulos de Pitágoras practicaban una especie de culto religioso, cuyo carácter místico puede verse en ciertos tabúes que, se dice, el maestro les había impuesto. Por ejemplo, se les enseñaba que es peligroso dejar una huella del cuerpo en la cama y se les exigía que la borraran de las sábanas al levantarse por la mañana.

Existen otras formas de misticismo no asociadas a las matemáticas. El místico generalmente tiene un prejuicio antirracional y antilógico que le hace mostrar un gran desprecio por el poder de la razón. Pretende poseer una

especie de experiencia sobrenatural, que lo coloca en posesión de la verdad merced a un acto de visión. A esta clase de misticismo pertenecen los místicos religiosos. El misticismo antirracional no ha representado un papel importante fuera del terreno de la religión, y se puede omitir su discusión en este libro, dedicado al análisis de las formas de filosofía en relación con el pensamiento científico que han contribuido a la gran controversia entre filosofía y ciencia. Sólo un misticismo de tendencia matemática cae dentro del campo de estudio de este análisis. Lo qüe establece un punto de contacto entre ese misticismo matemático y las formas no matemáticas es su referencia a actos de visión supransensible; lo que lo distingue de esas otras formas es el uso de la visión para el establecimiento de la verdad intelectual.

Claro que el racionalismo no es invariablemente místico. El análisis lógico mismo puede emplearse para el establecimiento de una especie de conocimiento considerada como absolutamente verdadera y que a la vez se relaciona con el conocimiento de la vida diaria o con el conocimiento científico.

Los tiempos modernos han producido varios sistemas racionalistas de este tipo científico no místico. Entre estos sistemas me gustaría examinar el racionalismo del filósofo francés Descartes (1596-1650). En diversos escritos expuso argumentos sobre la inseguridad del conocimiento perceptivo, semejantes a los argumentos mencionados párrafos antes. Parece que la inseguridad de todo conocimiento le preocupaba a tal grado que prometió a la Virgen Santísima peregrinar a Loreto si iluminaba su mente y lo ayudaba a hallar la certeza absoluta. Nos dice que la iluminación le llegó cuando estaba al calor de una estufa, durante una campaña de invierno en la que él participaba como oficial; y hace constar asimismo de qué manera expresó su gratitud a la Virgen Santísima cumpliendo su voto.

La prueba de Descartes para la certeza absoluta está construida sobre un truco lógico. Yo puedo dudar de todo, todo, arguye, excepto de una cosa: del hecho mismo de que dudo. Pero, cuando dudo, pienso; y si pienso, es que existo. De este modo pretende haber demostrado la existencia del yo por el razonamiento lógico. “Pienso, luego existo”, ésta es su fórmula mágica.

Cuando yo llamo a esta inferencia un truco lógico, no quiero decir con ello que Descartes tratara de engañar a sus lectores; más bien diría que él mismo se engañó por esta forma artificiosa de razonar. Pero, lógicamente hablando, el paso de la duda a la certeza que se lleva a cabo en la inferencia de Descartes se asemeja a un juego de prestidigitación: partiendo de la duda,

pasa a considerarla como la acción de un *yo*, y así cree haber descubierto un hecho del que no puede dudarse.

Análisis posteriores han demostrado la falacia del argumento de Descartes. El concepto del yo (ego) no es de una naturaleza tan simple como Descartes creía. Nosotros no vemos nuestros propios yos en la forma en que vemos las casas y las personas que nos rodean. Podemos, tal vez, hablar de una observación de nuestros actos de pensamiento o de duda. Pero, al hacerlo, los percibimos no como productos de un yo, sino como objetos separados, como imágenes acompañadas de sentimientos. Decir "yo pienso" va más allá de la experiencia inmediata en el sentido de que la oración hace uso de la palabra "yo". El juicio "yo pienso" representa no un dato derivado de la observación, sino la culminación de un largo proceso de pensamientos que descubren la existencia de un yo diferente del yo de otras personas. Descartes debería haber dicho "el pensamiento existe", indicando de este modo el surgimiento separado de los contenidos del pensamiento, su aparición independiente de los actos volitivos u otras actitudes en las que participa el yo. Pero si esto hubiera sucedido, la inferencia de Descartes no habría podido hacerse. Si la existencia del yo no está apoyada por la observación inmediata, no puede asegurarse su existencia con una certeza mayor que la existencia de otros objetos derivada por adiciones a datos obtenidos por la observación.

Apenas es necesaria una refutación más detallada de la inferencia de Descartes. Aun cuando la inferencia fuera defendible, no demostraría mucho ni establecería la certidumbre de nuestro conocimiento en otras cosas además del yo, lo cual se ve claro por la forma en que Descartes continúa su argumentación. Primero deduce que por el hecho de que el yo existe, Dios debe existir; pues de otro modo el yo no podría tener la idea de un ser infinito. Así afirma después que las cosas que nos rodean deben existir también, ya que de no ser así Dios sería un impostor. Éste es un argumento teológico, extrañamente defendido por un matemático tan eminente como Descartes. Lo interesante es esto: ¿cómo es posible que una cuestión lógica, como la consecución de la certeza, hubiera sido tratada con una confusión de argumentos artificiosos y teológicos, que ningún lector científicamente enterado de nuestros días podría tomar en serio?

La psicología de los filósofos es un problema que merece más atención de la que generalmente se le presta en las exposiciones de la historia de la filosofía. Su estudio tal vez arrojaría más luz sobre el significado de los sistemas filosóficos que todos los intentos de un análisis lógico de estos sistemas. En la inferencia de Decartes hay poca lógica, pero hay también una

gran cantidad de información psicológica que puede derivarse de ella. Fue la busca de la certeza la que hizo a este excelente matemático caer en una lógica tan confusa. Tal parece que la busca de la certeza cegara a un hombre ante los postulados de la lógica, a tal grado que los intentos de basar el conocimiento sólo en la razón pudieran llevarlo a abandonar los principios del razonamiento coherente.

Los psicólogos explican la busca de la certeza como el anhelo de volver a los primeros días de la infancia, en los que no había dudas y se guiaban por la confianza en la sabiduría del padre. Este anhelo se refuerza generalmente por una educación que hace que el niño considere la duda como pecado y la confianza como un mandato religioso. El biógrafo de Descartes podría tratar de combinar esta explicación general con el matiz religioso de las dudas de Descartes, su petición de iluminación y su peregrinaje, que indican que este hombre tenía necesidad de su sistema filosófico para dominar un complejo de incertidumbre profundamente enraizado. Sin entrar a hacer un estudio específico del caso de Descartes, puede sacarse una importante conclusión: si el resultado de una investigación lógica está determinado por una meta preconcebida, si se hace de la lógica el instrumento para demostrar un resultado que nosotros desearnos establecer por alguna otra razón, la lógica del argumento tiende a ser falaz. La lógica sólo puede prosperar en una atmósfera de libertad perfecta, sobre una base que la libre de residuos de temor y prejuicio. El que quiera internarse en la naturaleza del conocimiento debe caminar con los ojos abiertos y estar dispuesto a aceptar los resultados a que el razonamiento llegue; sin que importe el que esos resultados contradigan su concepción de lo que debe ser el conocimiento. El filósofo no debe convertirse en esclavo de sus deseos.

Aun cuando esta máxima parezca trivial, lo es sólo porque no nos damos cuenta de la dificultad que constituye el seguirla. La busca de la certeza es una de las más peligrosas fuentes de error porque se asocia con la pretensión de un conocimiento superior. De este modo se considera a la certidumbre de la prueba lógica como la ideal para el conocimiento; y se pide por ello que todo conocimiento sea establecido por los seguros métodos de la lógica. Para poder apreciar las consecuencias de esta concepción, estudiemos con mayor detalle la naturaleza de la prueba lógica.

A la prueba lógica se da el nombre de *deducción*, en la cual se obtiene la conclusión a partir de otros juicios, a los que se denomina premisas del argumento. El argumento se halla construido de tal modo que si las premisas son verdaderas la conclusión debe ser verdadera también. Por ejemplo, de los

dos juicios “todos los hombres son mortales” y “Sócrates es hombre”, podemos derivar la conclusión “Sócrates es mortal”. El ejemplo demuestra lo vacío de la deducción, pues la conclusión no puede decir más de lo que se dice en las premisas, ya que sólo hace explícita cierta consecuencia contenida implícitamente en las premisas. Desenvuelve, por así decirlo, la conclusión comprendida por las premisas.

El valor de la deducción está expuesto en su vacuidad. Por la razón misma de que la deducción no añade nada a las premisas, se la puede aplicar siempre sin temor de errar. Para hablar con mayor precisión, la conclusión no ofrece menos seguridad que las premisas. La función lógica de la deducción consiste en llevar la verdad de ciertos juicios dados a otros, pero es solamente eso lo que puede hacer. No puede establecer la verdad sintética al menos que otra verdad sintética sea ya conocida.

Las premisas del ejemplo “todos los hombres son mortales” y “Sócrates es hombre”, son verdades empíricas, esto es, verdades derivadas de la observación. La conclusión “Sócrates es mortal”, por lo tanto, es también una verdad empírica, y no encierra mayor certeza que las premisas. Los filósofos han tratado siempre de encontrar mejores premisas, de modo que estén exentas de toda crítica. Descartes creyó que había hallado una verdad incuestionable en su premisa “yo dudo”. Antes se ha explicado que el término “yo” en esta premisa puede ponerse en duda y que la deducción no puede otorgar una certeza absoluta. Sin embargo, el racionalista no se dará por vencido y continuará buscando premisas incuestionables.

Por otra parte, tenemos las premisas que brindan los principios de la lógica. Por ejemplo: que toda cosa es idéntica a sí misma y que todo juicio es verdadero o falso —el “ser o no ser” del lógico— son premisas incuestionables. Lo malo de ellas es que son también vacías, ya que no afirman nada sobre el mundo físico. Son reglas para la descripción del mundo físico, pero no contribuyen en nada al contenido de la descripción; determinan solamente su forma, esto es, el lenguaje de nuestra descripción. Los principios de la lógica son, por lo tanto, *analíticos*. (Antes se ha definido el término con el significado de “auto-explicativo” y “vacío” [véase p. 27]). De modo contrarió, los juicios que nos informan sobre algo, como los que hacemos a partir de las observaciones de nuestros ojos, son *sintéticos*, es decir, añaden algo a nuestro conocimiento. Sin embargo, todos los juicios sintéticos que la experiencia nos presenta están sujetos a duda y no pueden suministramos un conocimiento absolutamente seguro.

Un intento para establecer la anhelada certeza a partir de una premisa analítica es la famosa prueba *ontológica* de la existencia de Dios, de Anselmo de Cantórbery, en el siglo XI. La demostración principia con la definición de Dios como un ser infinitamente perfecto. Como este ser debe tener todas las propiedades esenciales, debe tener también la propiedad de existencia. Por lo tanto, sigue la conclusión, Dios existe. La premisa, en realidad, es analítica, porque toda definición lo es. Como el juicio de la existencia de Dios es sintético, la inferencia lleva a cabo un ardid por el que se deriva una conclusión sintética de una premisa analítica.

Lo falaz de esta inferencia se ve fácilmente en sus absurdas consecuencias. Si se puede derivar la existencia a partir de una definición, podríamos demostrar la existencia de un gato con tres colas definiendo a este animal como un gato que tiene tres colas y que existe. Lógicamente hablando, la falacia consiste en una confusión de universales con particulares. De la definición podemos deducir sólo el juicio universal de que, si algo es un gato con tres colas, existe; lo que es un juicio verdadero. Pero el juicio particular de que hay un gato con tres colas no puede inferirse. Del mismo modo, de la definición de Anselmo podemos deducir sólo el juicio de que si algo es un ser infinitamente perfecto, existe; pero no que tal ser existe. (La confusión de universales y particulares de Anselmo pertenece a la misma familia de una confusión similar en la teoría aristotélica del silogismo).

Fue Immanuel Kant (1724-1804) quien vio que la certeza de naturaleza sintética no puede derivarse de premisas analíticas, sino que requiere premisas sintéticas de verdad incuestionable. En la creencia de que tales juicios existen, los llamó juicios *sintéticos a priori*. La expresión *a priori* significa “no derivados de la experiencia”, o “derivados de la razón y necesariamente verdaderos”. La filosofía de Kant representa el gran esfuerzo por demostrar que hay verdades sintéticas *a priori*; e, históricamente hablando, representa la última gran construcción de una filosofía racionalista. Es superior a sus predecesores, Platón y Descartes, en que evita los errores de éstos. No se compromete por la aceptación de una existencia de las ideas platónicas, ni tampoco pasa de contrabando una premisa seudonecesaria por medio de un truco, como lo hace Descartes. Pretende haber encontrado lo sintético *a priori* en los principios de las matemáticas y de la física matemática. Como Platón, parte del conocimiento matemático; sin embargo, explica este conocimiento no por la existencia de objetos de una realidad superior, sino por una ingeniosa interpretación del conocimiento empírico, que se tratará a continuación.

Si el progreso en la historia de la filosofía consiste en el descubrimiento de problemas de gran significación, corresponde a Kant un alto puesto por su problema sobre la existencia de lo sintético *a priori*. Pero, como otros filósofos, considera que su mérito estriba no en el problema sino en la respuesta. Incluso formula la cuestión de un modo diferente. Está tan convencido de la existencia de un sintético *a priori* que apenas considera necesario preguntarse si existe; por ello, plantea la cuestión del modo siguiente: ¿cómo es posible el juicio sintético *a priori*? La prueba de su existencia, continúa, es suministrada por las matemáticas y la física matemática.

Hay mucho que decir en defensa de la posición de Kant. El hecho de que considere los axiomas de la geometría como juicios sintéticos *a priori* demuestra una profunda penetración en los peculiares problemas de la geometría. Kant se dio cuenta de que la geometría de Euclides ocupaba una posición única por el hecho de revelar relaciones necesarias entre los objetos empíricos, relaciones que no podían considerarse como analíticas. Y es mucho más explícito que Platón en este punto.

Kant sabía que lo estricto de la prueba matemática no podía explicar la verdad empírica de los teoremas geométricos; Las proposiciones geométricas, tales como el teorema sobre la suma de los ángulos de un triángulo, o el teorema de Pitágoras, se derivan por estricta deducción lógica de los axiomas. Pero estos axiomas mismos no se derivan de la misma manera, y no pueden derivarse porque toda derivación de conclusiones sintéticas tiene que partir de premisas sintéticas. La verdad de los axiomas, por lo tanto, debe establecerse por otros medios distintos de la lógica: deben ser juicios sintéticos *a priori*. Una vez que se sabe que los axiomas son verdaderos respecto de los objetos físicos, la aplicabilidad de los teoremas a estos objetos queda garantizada por la lógica, ya que la verdad de los axiomas es transferida por la derivación lógica a los teoremas. Y a la inversa, si uno está convencido de que los teoremas geométricos se aplican a la realidad física, se admite la creencia en la verdad de los axiomas y, por lo tanto, en un juicio sintético *a priori*. Aun aquellos a quienes no les gustaría comprometerse abiertamente a favor de la síntesis *a priori* indican por su comportamiento creer en ella: no vacilan en aplicar los resultados de la geometría a las mediciones prácticas. Este argumento, mantiene Kant, demuestra la existencia de lo sintético *a priori*.

Kant sostiene que pueden presentarse argumentos semejantes a partir de la física matemática. Preguntemos a un físico, nos dice, cuál es el peso del humo; lo calculará pesando la sustancia antes de la combustión y deduciendo

después el peso de las cenizas. Cuando se determina de este modo el peso del humo se supone que la masa es indestructible. Se demuestra de esta manera, dice Kant, que el principio de la conservación de la masa es una verdad sintética *a priori*, reconocida ñor el físico en el método que sigue en su experimento. Hoy sabemos que el cálculo descrito por Kant conduce a resultados falsos, porque no toma en consideración el peso del oxígeno que entra en combinación química con la sustancia en combustión. Sin embargo, si Kant hubiera conocido este descubrimiento posterior, habría aducido que, aun cuando modifica el procedimiento del cálculo, no contradice el principio de la conservación de la masa; sin embargo, este principio suministrará las bases del cálculo sólo si se toma en consideración el peso del oxígeno.

Otro conocimiento sintético *a priori* del físico, según Kant, es el principio de causalidad. Aun cuando a menudo no podemos encontrar la causa de un hecho observado, no consideramos que ocurra sin una causa; por el contrario, estamos convencidos de que encontraremos esa causa si la buscamos. Esta convicción determina el método de la investigación científica y es la fuerza propulsora de todo experimento científico; si no creyéramos en la causalidad no habría ciencia. Como en los demás argumentos de Kant, la existencia de la síntesis *a priori* es demostrada en relación con el procedimiento científico: la ciencia presupone la síntesis *a priori*, tal supuesto es la base del sistema filosófico de Kant.

Lo que da su fuerza a la posición kantiana son sus cimientos científicos. Su busca de la certeza no pertenece al tipo místico que pretende adentrarse en un mundo de ideas, ni al tipo que acude a los trucos lógicos para sacar la certeza de supuestos vacíos, como el mago que saca un conejo de un sombrero vacío. Kant pone en movimiento la ciencia de su tiempo para demostrar que la certeza puede alcanzarse, y afirma que el sueño de certeza del filósofo es confirmado por los resultados de la ciencia. Kant toma su fuerza de la autoridad del científico.

Pero las bases sobre las que Kant levantó su edificio no eran tan firmes como él creía. Consideraba a la física de Newton como la última etapa en el conocimiento de la naturaleza y la idealizó hasta convertirla en un sistema filosófico. Al derivar de la razón pura los principios de la física newtoniana, creyó haber logrado la completa racionalización del conocimiento, haber alcanzado la meta final que había escapado a sus antecesores. El título de su obra principal, *Crítica de la razón pura*, muestra su propósito de hacer de la razón la fuente de un conocimiento sintético *a priori* para establecer de este

modo como una verdad necesaria, en el terreno filosófico, las matemáticas y la física de su tiempo.

Es cosa extraña que quienes observan y admiran la investigación científica desde fuera tengan con frecuencia más confianza en sus resultados que quienes participan en su progreso. El hombre de ciencia conoce las dificultades que ha tenido que superar antes de poder establecer sus teorías. Tiene conciencia de la buena fortuna que le ha ayudado a descubrir teorías adecuadas a observaciones dadas y que han hecho posible que observaciones posteriores encajen en sus teorías. Sabe de antemano que en cualquier momento pueden surgir discrepancias y nuevas dificultades, y no pretende nunca haber descubierto la última verdad. Como el discípulo que es más fanático que el profeta, el filósofo de la ciencia se halla en peligro de confiar más en los resultados científicos de lo que permite el origen de éstos: la observación y la generalización.

La sobrestimación de la seguridad de los resultados científicos no se halla limitada al filósofo; se ha convertido en una característica general de los tiempos modernos, esto es, del periodo que va de los días de Galileo a los nuestros, periodo al cual pertenece la creación de la ciencia moderna. La creencia de que la ciencia tiene la respuesta a todas las preguntas —de que si alguien necesita información técnica, o se encuentra enfermo, o se halla perturbado por algún problema psicológico, lo único que tiene que hacer es preguntar al hombre de ciencia para obtener una respuesta— es tan general, que la ciencia ha pasado a realizar una función social que originalmente era satisfecha por la religión: la función de brindar la seguridad absoluta. La creencia en la ciencia ha sustituido en gran medida a la creencia en Dios. Aun ahí donde se consideraba la religión como compatible con la ciencia, fue modificada por la mentalidad del creyente en la verdad científica. El periodo de la Ilustración, dentro del cual se desarrolla el trabajo de Kant, no abandonó la religión, sino que la transformó en un credo de la razón, hizo de Dios un científico matemático que sabía todo porque tenía un dominio perfecto de las leyes de la razón. No es de extrañar por ello que el científico matemático apareciera como una especie de pequeño dios, cuyas enseñanzas tenían que ser aceptadas como libres de duda. Todos los peligros de la teología, su dogmatismo y su control del pensamiento por medio de la garantía de la certidumbre, reaparecen en una filosofía que considera a la ciencia como infalible.

De haber vivido Kant para ver la física y las matemáticas de nuestros días, habría abandonado la filosofía de la síntesis *a priori*. Debemos considerar sus

obras, por lo tanto, como documentos de su tiempo, como intentos de mitigar su hambre de certeza con su fe en la física de Newton. En realidad, el sistema filosófico de Kant debe concebirse como una superestructura levantada sobre los cimientos de una física conformada para un espacio absoluto, un tiempo absoluto y un determinismo absoluto de la naturaleza. Este origen explica el éxito y el fracaso del sistema, explica por qué Kant ha sido considerado por muchos como el más grande filósofo de todos los tiempos, y por qué su filosofía no tiene nada que decimos a quienes somos testigos de la física de Einstein y Bohr.

Este origen explica también el hecho psicológico de que Kant no viera el punto débil en la construcción lógica por medio de la cual trató de justificar los juicios sintéticos *a priori*. Es la finalidad preconcebida la que ciega al filósofo ante las suposiciones tácitas que ha introducido. Para hacer mi crítica más clara, pasaré ahora a exponer la segunda parte de la teoría de la síntesis *a priori* de Kant, en la que trata de responder a la pregunta de "cómo es posible el juicio sintético *a priori*".

Kant pretendía que podía explicar la aparición de los juicios sintéticos *a priori* por medio de una teoría que muestra los principios *a priori* como condiciones necesarias de la experiencia. Arguye que la mera observación no suministra experiencia, que las observaciones deben ser ordenadas y organizadas antes que puedan convertirse en conocimiento. La organización del conocimiento, según él, depende del uso de ciertos principios, tales como los axiomas de la geometría y los principios de la causalidad y de la conservación de la masa, que son innatos en la mente humana y que empleamos como principios regulativos en la construcción de la ciencia. Son, concluye él, necesariamente válidos porque sin ellos la ciencia sería imposible. Kant llama a esta prueba deducción trascendental de los juicios sintéticos *a priori*.

Debe reconocerse que la interpretación de Kant sobre la síntesis *a priori* es muy superior al análisis de Platón sobre el mismo punto. Para poder explicar cómo puede la razón tener conocimiento de la naturaleza, Platón supone la existencia de un mundo de objetos ideales que la razón percibe y que de algún modo rige sobre los objetos reales. En Kant no se encuentra un misticismo semejante. La razón adquiere conocimiento del mundo físico porque conforma la visión que de ese mundo físico construimos: tal es el concepto de Kant. La síntesis *a priori* tiene un origen subjetivo; es una condición que el espíritu humano impone al conocimiento humano.

Permítaseme aclarar la explicación de Kant por una sencilla ilustración. Una persona que use anteojos azules verá todo azul. Sin embargo, si hubiera nacido con esos anteojos, consideraría lo azul como una predicación necesaria de todos los objetos, y le llevaría algún tiempo descubrir que es él, o más bien dicho sus anteojos, los que dan el color azul al mundo. Los principios sintéticos *a priori* de la física y las matemáticas son los anteojos azules a través de los cuales vemos el mundo. No debe asombramos que todas nuestras experiencias los confirmen por el simple hecho de que no podemos adquirir experiencia sin ellos[*].

Esta ilustración no proviene de Kant; a decir verdad, parece muy ajena al autor de prolijos libros llenos de consideraciones abstractas en complicado lenguaje, que hacen al lector sentir sed de ejemplos concretos. Si Kant hubiera estado habituado a explicar sus ideas en el lenguaje llano y simple del hombre de ciencia, tal vez habría descubierto que su deducción trascendental tiene un valor discutible. Se habría dado cuenta de que, si su argumento se continúa, conduce a un análisis como el siguiente.

Supongamos que es correcto que ninguna experiencia puede refutar los principios *a priori*. Quiere decir esto que, sean cuales fueran las observaciones que se hicieran, siempre se las podrá interpretar de modo tal que satisfagan estos principios. Por ejemplo, si en algunos triángulos se realizaran mediciones que se opusieran al teorema de la suma de ángulos, atribuiríamos las inexactitudes a errores de observación e introduciríamos "correcciones" en los valores medidos de tal modo que pudiera satisfacerse el teorema geométrico. Pero si el filósofo pudiera demostrar que puede seguirse siempre este procedimiento con respecto a todos los principios *a priori*, se llegaría a la conclusión de que estos principios son vacíos y, por lo tanto, analíticos; no establecerían restricciones sobre posibles experiencias y, en consecuencia, no nos informarían sobre propiedades del mundo físico.

En realidad, H. Poincaré intentó hacer una ampliación de la teoría de Kant en esta dirección, con el nombre de *convencionalismo*. Poincaré considera la geometría de Euclides como una convención, esto es, como una regla arbitraria que nosotros imponemos sobre nuestro sistema de ordenación de experiencias. Las limitaciones de esta concepción serán estudiadas en el capítulo VIII. Para ilustrar lo que convencionalismo significa en un campo diferente al de la geometría, tomemos la proposición de que todos los números sobre el 99 deben escribirse con tres dígitos cuando menos. Esta proposición sería verdadera sólo para el sistema decimal, pero no para otro diferente, como por ejemplo el sistema duodecimal de los babilonios, los

cuales tomaban el número 12 como base de su sistema de numeración. El sistema decimal es una convención que nosotros usamos para nuestra notación numeral, y podemos demostrar que todos los números pueden escribirse en esta notación. La proposición de que todos los números mayores al 99 deben escribirse con cuando menos tres dígitos es analítica cuando se refiere a este sistema. Para poder interpretar la filosofía de Kant como convencionalismo, tendríamos que demostrar que sus principios pueden ser válidos en todas las experiencias posibles.

Pero no se puede hacer esta demostración. Si los principios *a priori* son sintéticos, como Kant creía, esta demostración es imposible. La palabra "sintético" quiere decir que podemos imaginar experiencias que vayan contra los principios *a priori*; y si podemos imaginar estas experiencias, no podemos excluir la posibilidad de que alguna vez podamos tenerlas. Kant diría que este caso no puede darse porque los principios son condiciones necesarias de la experiencia o, para decirlo en otras palabras, porque, en el caso considerado, no sería posible la experiencia como un sistema ordenado de observaciones. Pero ¿cómo sabe Kant que la experiencia será siempre posible? No tenía pruebas de que nunca llegaríamos a una totalidad de observaciones no susceptibles de ser ordenadas dentro del marco de sus principios *a priori* y que harían la experiencia imposible, al menos la experiencia en el sentido kantiano. En el lenguaje de nuestra, ilustración este caso se daría si el mundo físico no tuviera rayos de luz de la longitud de onda correspondiente al azul; en tal caso el hombre de anteojos azules no podría ver nada. Si una cosa semejante aconteciera en la ciencia, si la experiencia en el sentido kantiano fuera imposible, los principios de Kant resultarían inválidos para el mundo físico. Y debido a la posibilidad de que esto sucediera, no se puede llamar a los principios *a priori*. El postulado de que la experiencia enmarcada dentro de los principios *a priori* debe ser siempre posible constituye la suposición insostenible del sistema de Kant, es la premisa indemostrable sobre la que se levanta su sistema. El hecho de que no presente explícitamente su premisa demuestra que la busca de la certeza le hizo pasar por alto las limitaciones de su argumento.

No es mi deseo ser irreverente con el filósofo de la Ilustración. Pero podemos hacer esta crítica porque hemos visto a la física pasar a una etapa en la que el marco del conocimiento kantiano se desbarata. La física de nuestros días no reconoce ya los axiomas de la geometría euclidiana ni los principios de la causalidad y la sustancia. Sabemos ya que las matemáticas son analíticas y que todas las aplicaciones que de ellas hacemos a la realidad física,

incluyendo la geometría física, tienen una validez empírica y están sujetas a corrección por experiencias posteriores; en otras palabras, que no hay síntesis *a priori*. Pero sólo hoy, cuando la física de Newton y la geometría de Euclides han sido superadas, hemos llegado a la posesión de este conocimiento. Es difícil concebir la posibilidad del derrumbamiento de un sistema científico durante su apogeo; pero es fácil referirse a ese derrumbamiento cuando se ha convertido en realidad.

Esta experiencia nos ha preparado para esperar el derrumbamiento de cualquier sistema. Sin embargo, no nos ha desanimado. La nueva física nos demuestra que podemos adquirir conocimiento fuera del marco de los principios kantianos, que la mente humana no es un rígido sistema de categorías en las que tiene que hacer lugar a todas las experiencias, sino que los principios del conocimiento varían con su contenido y pueden adaptarse a un universo mucho más complicado que el de la mecánica de Newton. Esperamos que en cualquier situación futura nuestra mente sea lo suficientemente flexible para suministrar métodos de organización lógica que puedan hacer frente al material de observación dado. Ésta es una esperanza, no una creencia de la que pretendamos tener prueba filosófica. Podemos arreglárnosla sin la certeza, pero hubo necesidad de recorrer un largo camino antes que pudiéramos llegar a esta actitud más liberal hacia el conocimiento. La busca de la certeza tuvo que agotarse en los sistemas filosóficos del pasado antes de que pudiéramos prever una concepción del conocimiento exenta de cualquier pretensión de verdad eterna.

IV. LA BUSCA DE DIRECTRICES MORALES Y EL PARALELISMO ÉTICO-COGNOSCITIVO

SÓCRATES: ¿Quieres entonces que averigüemos juntos lo que es la virtud?

MENÓN: Hagámoslo.

SÓCRATES: Dado que no sabemos todavía qué es o cuál es su naturaleza, consideremos la cuestión de si la virtud es susceptible de enseñanza o no, diciendo a manera de hipótesis: si es ciencia o conocimiento puede enseñarse, si no lo es no puede enseñarse. Porque ¿no es cosa clara que sólo puede enseñarse al hombre lo que es ciencia o conocimiento?

MENÓN: Así parece.

SÓCRATES: Entonces, si la virtud es una especie de ciencia o conocimiento, ¿puede enseñarse?

MENÓN: Desde luego.

SÓCRATES: Bien, de este modo nos encontramos pronto al fin de esta averiguación hipotética: si la virtud es de tal naturaleza se la puede enseñar; si no, no.

EN ESTE diálogo del *Menón* de Platón, que hemos presentado aquí en forma abreviada, Sócrates discute la cuestión de si la virtud es conocimiento. Como en el diálogo anterior de Platón, *Protágoras*, donde se discute la misma cuestión, Sócrates no contesta con un claro “sí” o “no”. No puede llegar a una respuesta definitiva debido al ambiguo uso que hace de las palabras “conocimiento” y “enseñanza”. Con frecuencia insiste Sócrates en que él nunca enseña, sino que solamente ayuda a los hombres a ver la verdad con sus propios ojos. El método que él usa es el de hacer preguntas. El interrogado aprende porque la pregunta dirige su atención hacia ciertos puntos; y la respuesta verdadera se descubre así por el enfoque de los factores esenciales y la derivación de conclusiones. A esta clase pertenece el aprendizaje de la geometría; el descubrimiento de la verdad de las relaciones geométricas necesarias para una prueba se deja siempre al discípulo, y el maestro sólo lo induce a llevar a cabo estos actos de discernimiento. Pero si el discípulo

“aprende” como consecuencia de este llamado método dialéctico, bien se puede decir que la persona que le hace aprender “enseña”. En realidad, si Sócrates extendiera su extraña terminología al terreno de la geometría y negara que puede enseñarse (lo cual hace algunas veces), se deduciría que la geometría no es un conocimiento (conclusión a la que él no llega). Por lo tanto, parecería correcto interpretar el punto de vista de Sócrates en el sentido de que la virtud es una forma de conocimiento de la misma manera que se puede llamar a la geometría una forma de conocimiento.

Esta interpretación se justifica por la exposición que el propio Sócrates hace del problema. Quiere mostrar a Menón el método por el cual pueden resolverse las cuestiones éticas y para ello se refiere al proceso de adquisición del conocimiento geométrico. En este punto el diálogo se anima con la escena antes mencionada, en la que Sócrates hace entender a un joven esclavo un teorema geométrico [véase p. 33]. Lo que él desea es ilustrar su afirmación de que para saber qué es la virtud, y qué es lo bueno, es necesario realizar un acto de discernimiento semejante al que se requiere para la comprensión de las pruebas geométricas. De este modo se presentan los juicios éticos como descubrimientos a los que se llega por una forma peculiar de visión, comparable a la representación de las relaciones geométricas. En esta argumentación se presenta el discernimiento ético como paralelo al geométrico. Si el conocimiento geométrico existe, debe existir también el conocimiento ético: tal es la inevitable conclusión a que se llega una vez que la doctrina socrático-platónica se limpia de la terminología sofista en que se la formula. Por lo tanto, puede expresarse esta doctrina en la tesis de que la virtud es conocimiento.

Con esta tesis Platón y Sócrates establecieron el *paralelismo ético-cognoscitivo*, la teoría de que el discernimiento ético es una forma de conocimiento. Si un hombre comete actos inmorales, es un hombre ignorante en el sentido en que lo es el hombre que comete errores en geometría; es incapaz de realizar el acto de discernimiento que le enseña lo bueno, discernimiento semejante al que le enseña la verdad geométrica.

Si comparamos esta concepción con la forma en que la Biblia presenta los principios éticos, descubrimos una notable diferencia. La Biblia ofrece reglas éticas como palabra de Dios, el dios hebreo que da a Moisés los Diez Mandamientos en el Monte Sinaí. “¡No matarás!”, “¡No hurtarás!” La forma imperativa de las reglas demuestra que tienen la calidad de un mandato, no de un juicio sobre algo dado. La transformación de las reglas éticas en una forma de conocimiento parece ser una invención posterior. Los hebreos habrían

considerado como un menosprecio de la palabra de Dios el haber puesto los Diez Mandamientos en el mismo nivel de cualquier ley natural o cualquier ley matemática.

Por la época en que se escribió el *Pentateuco*, el conocimiento no había adquirido todavía la forma de un sistema organizado; la geometría de los egipcios no era más que un conjunto de reglas prácticas para la medición de la tierra y la construcción de los templos. Correspondió a los griegos descubrir que la geometría podría establecerse en forma de prueba lógica. La concepción de la virtud como conocimiento es, por lo tanto, una forma de pensamiento esencialmente griega. El conocimiento tuvo primero que adquirir la perfección y la dignidad que el espíritu griego le confirió por la construcción de las matemáticas como un sistema lógico, antes de que se le pudiera considerar como la base de las leyes éticas. Las leyes de la naturaleza y las de las matemáticas tuvieron primero que ser aceptadas como leyes, como relaciones que exigen nuestro reconocimiento y que no admiten ninguna excepción, antes de que se las pudiera concebir como paralelas a las leyes éticas. El doble significado de la palabra “ley”, como imperativo moral y como regla de la naturaleza o de la razón, explica la construcción de este paralelismo.

La razón del paralelismo parece ser el deseo de fundar la ética sobre una base más firme que la religión. La confianza en el mandato divino puede satisfacer a la mente ingenua, que no se perturba con dudas sobre la superioridad del padre. Quienes construyeron la forma lógica de las matemáticas descubrieron una nueva forma de mandato: el mandato de la razón. La forma impersonal de este mandato hace que parezca pertenecer a un tipo superior; exige su aceptación creamos o no en la existencia de los dioses, elimina la cuestión sobre si las leyes de los dioses son buenas o no, nos emancipa de la concepción antropomórfica de que el obrar bien consiste en la subordinación a una voluntad superior. De ahí que se haya considerado que la mejor forma de establecer leyes éticas como obligatorias para todos fuera un paralelismo ético-cognoscitivo, es decir, la tesis de que la virtud es conocimiento.

Un sistema filosófico que presenta el paralelismo ético-cognoscitivo en su forma extrema es la ética de Spinoza (1632-1677). En este sistema, Spinoza llega a imitar la construcción axiomática de la geometría de Euclides, esperando fundar así la ética en una base tan firme como la de la geometría. Como Euclides, Spinoza parte de axiomas y postulados y luego deriva un teorema después de otro. De hecho, su *Ética* tiene toda la forma de un texto

de geometría. En sus primeros capítulos el libro no es ético en el sentido que nosotros damos al término, ya que desarrolla una teoría general del conocimiento. Luego procede a tratar de las emociones, exponiendo la teoría de que las pasiones son resultado de ideas incorrectas del alma, en correspondencia con la teoría de Sócrates de que la inmoralidad es ignorancia, y en un capítulo titulado “De la servidumbre humana o de las fuerzas de los afectos”, trata de demostrar que las pasiones originan la tristeza y son, por lo tanto, malas. Alcanzamos la felicidad cuando vencemos la fuerza de las pasiones; y el poder para esta liberación se halla en la razón, como explica en un capítulo “De la potencia del entendimiento o de la libertad humana”.

Su ética es estoica. El bien, nos dice, es solamente el placer intelectual del conocimiento. La felicidad derivada de la satisfacción emocional y los goces de la vida, aun cuando no la considere inmoral, le parece algo no esencial con respecto a la moralidad y sólo la recomienda en una dosis moderada, como una especie de alimento necesario para mantener al cuerpo en capacidad de realizar todo lo que se encuentra en su naturaleza.

Spinoza goza de una gran reputación entre los filósofos, aun cuando me parece que se debe más a los méritos de su personalidad que a su filosofía. Fue un hombre modesto y valiente, que defendió sus teorías en todo momento y realizó los principios de su ética en su propia vida. Vivía de pulir lentes para gafas y rehusó una posición académica porque eso restringiría la libertad de su pensamiento. Se le atacó por diversos frentes como ateo y fue expulsado de la comunidad judía de Ámsterdam por hereje. Permaneció indiferente a toda crítica, fue amable con todos y no dio muestra jamás de odio alguno.

Cuando se separa su ética de su forma lógica, se presenta como la fe de una personalidad desapasionada para quien el control de sí mismo y el trabajo intelectual son los máximos bienes: Al vaciar su ética en la lógica revela que su admiración por la lógica era evidentemente más grande que su habilidad en ella. A decir verdad, la lógica de sus deducciones es floja, y no pueden entenderse sin muchas adiciones tácitas e interpretaciones psicológicas. Su sistema no puede considerarse ni siquiera como internamente válido, esto es, como deducido correctamente de sus axiomas. Sus conclusiones sobrepasan el contenido de sus premisas. Por ejemplo, da por sentada la demostración ontológica de la existencia de Dios. Pero construcciones lógicas sin validez pueden cumplir aún la función psicológica de fortalecer creencias subjetivas, y un razonamiento sofista puede convertirse en instrumento indispensable de un credo. Spinoza necesitaba la forma lógica como columna vertebral que le ofreciera el soporte necesario para la supresión de las emociones, dentro de su

rara indiferencia hacia los placeres de la pasión. La intelectualización socrática de la ética le sirvió, por lo tanto, como a muchos de sus antecesores, para la construcción de una ética que desprecia las emociones. Ése es quizá el resultado más absurdo del paralelismo ético-cognoscitivo.

Desde tiempo de los estoicos, la idea del filósofo como hombre sin pasiones ha prevalecido en la opinión pública y ha hecho que muchos hombres se sientan inferiores cuando se han encontrado en imposibilidad de alcanzar esa sabiduría. No comprendo por qué los filósofos deban personificar esa glorificación del tipo impasible. No trataré de persuadir para que abandonen su placer a quienes lo derivan de la impasibilidad; pero no veo por qué los demás, aquellos cuyos placeres son de un tipo más humano, debamos sentimos inferiores. Lo que hace a la vida digna de ser vivida es la pasión, y esta regla se aplica también a los filósofos, como lo demuestra el caso de Spinoza, cuya infortunada pasión por la lógica no parecía diferenciarse tanto de las formas más sensacionales en que la pasión se manifiesta en otra$ personas.

La constricción deductiva de la ética de Spinoza —con su intención de demostrar que se puede dar una prueba deductiva de las reglas éticas— es una versión más elaborada de la concepción de Sócrates acerca de que la virtud es conocimiento, y la establece sobre una base todavía más sólida porque muestra que el conocimiento lógico no es solamente un producto del discernimiento racional, sino que es también accesible a la técnica más poderosa del pensamiento racional, la deducción lógica. Como en la geometría, los axiomas de la ética son meramente el punto de partida de las construcciones deductivas, que llevan por cadenas de razonamientos a número cada vez mayor de resultados. La ética es conocimiento no sólo porque sus primeros principios parecen ser “verdaderos”, sino también porque está sujeta a los principios del razonamiento lógico y admite la técnica de la prueba lógica para el establecimiento de relaciones entre las leyes morales: éste es un argumento que expresa la concepción de Spinoza así como la de Sócrates y Platón.

Ejemplos de deducciones, tomados tanto del campo cognoscitivo como del ético, aclararán el paralelismo. Como el proceso de la adquisición de conocimiento, el del descubrimiento de lo que es bueno es de naturaleza gradual y se llega a él por pasos sucesivos de razonamientos cada vez más estrictos. La enseñanza de la verdad, o la enseñanza de la virtud, por otra parte, consiste en ayudar a una persona en el recorrido de estos pasos. Preguntamos, por ejemplo, si se puede dibujar un círculo dentro de un

triángulo de tal modo que los tres lados sean tangentes del círculo. Nos imaginamos círculos y triángulos que guarden esta relación, pero no sabemos todavía si ello puede hacerse con todas las clases de triángulos, o si puede hacerse en más de una forma. Finalmente se encuentra la prueba geométrica de que puede hacerse con todos los triángulos y para todos sólo en una forma. Se llega a este descubrimiento por pasos, ya sea que encontremos la prueba por nosotros mismos o que nos sea demostrada por un maestro. De modo semejante, preguntamos si mentir a otra persona es bueno. Podemos contestar que algunas veces es bueno y algunas malo; pero un análisis más detenido nos demuestra que aun cuando la mentira puede en algunos casos ser de beneficio personal, no es buena porque tal conducta de nuestra parte puede inducir a otras personas a una conducta semejante, con el resultado de que ello destruiría la confianza mutua en las relaciones de los seres humanos. El proceso escalonado de esta consideración parece análogo a la reflexión matemática y explica por qué las reglas éticas pueden ser enseñadas.

Pero el estudio de los procesos deductivos también presenta la concepción cognoscitiva de la ética bajo una nueva luz. La deducción lógica no es un medio para encontrar la verdad última, sino un mero instrumento para conectar verdades diferentes. La deducción matemática, en el ejemplo a que hemos acudido, consiste en una prueba de que, si se aceptan ciertos axiomas, se llega a la conclusión sobre el círculo inscrito en el triángulo. La deducción ética discutida representa una prueba de que si anhelamos ciertas finalidades debemos aceptar la regla moral de que no debe mentirse. Para decirlo más explícitamente, lo que demostramos fue que, si deseamos un orden social en el que las relaciones entre los seres humanos se realicen con mutua confianza, no debemos mentir.

Se trata de la relación *si-entonces* que puede demostrarse en ambos casos, y de la deductibilidad de esta relación en que los dos ejemplos se corresponden uno a otro. El que la virtud pueda ser enseñada resulta del hecho de que las consideraciones éticas, como las deducciones matemáticas, contienen un elemento lógico accesible a un análisis por medio de pasos lógicos, que corresponden a los pasos lógicos de la prueba matemática.

Nunca se insistiría demasiado en que la deducción lógica no puede producir resultados independientes. Es simplemente un instrumento de conexión; deriva conclusiones a partir de axiomas dados, pero no puede demostramos la verdad de éstos. Los axiomas de las matemáticas, por lo tanto, requieren un tratamiento distinto y, como ya se ha explicado, lo cuestión de si son verdaderos conduce a cuestiones de la índole de la que se

pregunta si son juicios sintéticos *a priori*. El análisis de las deducciones lógicas conduce a resultados semejantes. Como en las matemáticas, los axiomas de la ética deben distinguirse de los teoremas éticos deducibles; y sólo la relación entre los dos, el juicio *si-entonces*, "si se aceptan los axiomas debe aceptarse el teorema", es susceptible de prueba lógica. El análisis demuestra, por lo tanto, que la validez de la ética puede reducirse a la validez de los axiomas éticos; como en las matemáticas, el método de la deducción sólo puede transferir la cuestión sobre la validez de los teoremas a los axiomas, pero no puede suministrar la respuesta a la cuestión misma.

Para poder demostrar que la virtud es conocimiento, que los juicios éticos son de carácter cognoscitivo, tendríamos que demostrar que los axiomas de la ética son de naturaleza cognoscitiva. La aplicabilidad de la deducción lógica a los problemas éticos no demuestra nada en este respecto. La cuestión de la naturaleza de la ética se reduce, por lo tanto, a la cuestión de la naturaleza de los axiomas éticos.

Una vez más tenemos que reconocer que fue Immanuel Kant quien vio por primera vez el problema de la ética como problema de axiomas éticos. Fue él quien reconoció que, como en las matemáticas, la naturaleza analítica de la deducción hace imposible del todo el que se pueda basar la validez de las reglas éticas sólo en la deducción. Insistió en que sólo después de resolver la cuestión de los axiomas de la ética puede entenderse la naturaleza de la ética misma. Sin embargo, lo que Kant quiere que se le reconozca no es el haber visto la cuestión, sino la respuesta que da a ella. Y vale la pena estudiar esta respuesta que, como la que dio al problema de los axiomas de las matemáticas y la física, representa el último gran edificio construido por el racionalismo.

La respuesta de Kant consiste en la tesis de que los axiomas de la ética son juicios sintéticos *a priori*, como los de las matemáticas y la física. En su *Crítica de la razón práctica*, trata de aplicar a los axiomas de la ética un tratamiento similar al que aplica en su *Crítica de la razón pura* a los axiomas de las matemáticas y la física. En esta obra, Kant explica que los axiomas de la ética pueden reducirse a uno solo, al que da el nombre de imperativo categórico y que formula del modo siguiente: "Obra de tal modo que la máxima de tu conducta pueda convertirse en ley universal". E ilustra el uso de este axioma con ejemplos como el que arriba hemos expuesto sobre la mentira: el mentir puede beneficiar a algunos individuos, pero no puede convertirse en principio de una legislación universal porque conduciría a la absurda consecuencia de que nadie podría confiar en ninguna otra persona.

Kant pretende que la validez del imperativo categórico puede ser aceptada por todos los seres humanos si éstos tratan de seguir los dictados de la razón; es decir, pretende que puede verse la validez del imperativo por un acto de visión semejante al que nos revela los axiomas de las matemáticas y la física como verdades necesarias. En el sistema de Kant, el paralelismo ético-cognoscitivo ha llegado a su clímax por su fundamentación en los juicios sintéticos *a priori*, que incluyen tanto los axiomas cognoscitivos como los éticos y que tienen su origen último en la naturaleza de la razón. "Los cielos estrellados sobre mi cabeza, la ley moral dentro de mí": en esta famosa frase simboliza Kant la dualidad de las leyes cognoscitivas y las morales, que exige sean aceptadas por toda mente humana.

Kant no pudo prever que precisamente este paralelismo, al correr del tiempo, daría el golpe de gracia a su ética. Se ha explicado en el capítulo precedente que el juicio cognoscitivo sintético *a priori* no existe, que las matemáticas son ciencias analíticas, y que todas las formulaciones matemáticas de principios físicos son de naturaleza empírica. Si la ley moral dentro de mí es de la clase de leyes que los cielos estrellados me revelan, es o un juicio empírico sobre la conducta de los seres humanos o un juicio vacío sobre una implicación entre los axiomas éticos y ciertas conclusiones, como los teoremas matemáticos; pero no es un imperativo incondicional, o, según el lenguaje de la lógica tradicional empleado por Kant, un imperativo categórico. El fracaso de la ética de Kant tiene, por lo tanto, la misma raíz que el fracaso de su teoría del conocimiento: se deriva de la errónea concepción de que la razón puede establecer juicios sintéticos.

Ésta es una respuesta negativa: afirma que los axiomas éticos no son juicios sintéticos *a priori*. Queda todavía la tarea de hallar una respuesta positiva; esto es, explicar la naturaleza de los axiomas éticos. Pero no me referiré a esta cuestión en la parte histórica de mi estudio, sino que la analizaré en el capítulo XVII. Sin embargo, quisiera agregar algunas palabras sobre el origen psicológico de la concepción de Kant.

Cuando estudiamos la psicología del filósofo más de cerca, descubrimos que el establecimiento del juicio moral sintético *a priori* satisface a Kant emocionalmente aún con más profundidad que el establecimiento del juicio cognoscitivo sintético *a priori*. El estilo seco y culto de su presentación es interrumpido en sus escritos morales por exclamaciones poéticas y glorificadoras de las reglas y los conceptos éticos.

¡Oh, Deber! ¡Grande y sublime nombre, que no tiene nada en sí que pueda amarse o que le haga agradable, pero que exige sumisión y que, sin embargo, ni nos atemoriza ni hace nacer en nosotros una antipatía natural…! ¿Qué origen es digno de ti y dónde se pueden encontrar las raíces de tu noble ascendiente? Tú rechazas toda relación con las inclinaciones, y el proceder de tus raíces es condición necesaria del valor supremo atribuido por el hombre.

Es el concepto del deber el que nos brinda la clave sobre la ética de Kant. En tanto que nuestros actos se basen en la inclinación no son ni buenos ni malos, aun cuando nuestra inclinación se dirija hacia una buena finalidad, como la ayuda a personas necesitadas. Lo que hace morales a nuestros actos es el impulso del deber que nos hace obrar. ¡Qué distorsión de la inclinación natural de ayudar a otros! ¡Qué moralidad tan torcida se muestra en esta intelectualización de las decisiones éticas! Kant provenía de una familia de la clase media en precarias condiciones de vida: su padre era carpintero y su madre una devota ardiente de una secta pietista. En un medio social de esta clase, la confianza en sí mismo y la libre respuesta a la inclinación natural se consideran a menudo como pecado, y parece que el famoso hijo se sintió feliz y orgulloso de poner en sabios libros la moralidad que se le infundió durante la infancia.

El éxito que tuvo su filosofía en su país natal y que hizo de él el filósofo del protestantismo y el prusianismo es un testimonio más del hecho de que se trata de la ética de una cierta clase media que él codificó en su sistema filosófico. La glorificación del deber representa la ética de una clase social que sufre de escasez y depende para su subsistencia del trabajo pesado, que no deja tiempo para el ocio; o la ética de una casta militar que exige la subordinación al mando de un superior. Ambas condiciones se satisfacían en la Prusia de Kant. Y el hecho de que Kant rehusara aceptar la autoridad de ciertos grupos o instituciones muestra en él un espíritu independiente que, desde luego, lo puso en conflicto con el gobierno prusiano. Si sólo hubiera predicado la máxima de la cooperación social expresada por su imperativo categórico, lo consideraríamos como el exponente de una sociedad democrática y lo clasificaríamos en el mismo nivel de Locke y los líderes de la Revolución norteamericana. Pero esta adoración del deber tiene un resabio demasiado fuerte del placer derivado de la subordinación y de la satisfacción derivada de la servidumbre, característicos de una clase media burguesía que ha estado sometida demasiado tiempo a la autoridad de una poderosa casta

dominante. La tragedia del filósofo de la síntesis *a priori* es que lo que presenta como la estructura final de la razón refleja con asombrosa fidelidad el medio en el que le tocó vivir. Su juicio cognoscitivo *a priori* coincide con la física de su tiempo, su juicio moral *a priori*, con la ética de la clase social a que pertenecía. Ojalá esta coincidencia pudiera servir de advertencia a todos aquellos que pretenden haber encontrado la última verdad.

Kant parece haber considerado su fundamentación de la ética como un resultado superior al de su teoría del conocimiento, en el sentido en que el fin es superior a los medios. Y esta convicción parece ser característica de todos los partidarios del paralelismo ético-cognoscitivo. Parece que la búsqueda de directrices morales es el motivo de su investigación, que aspira a llegar a la certeza del conocimiento sobre todo porque brinda los medios de encontrar la certeza moral. Esta desviación del interés del campo cognoscitivo hacia el campo moral tiene un efecto infortunado: la teoría del conocimiento resultante se ve de un modo deformado, se la construye con el fin de proporcionar apoyo a un absolutismo ético y, por lo tanto, no representa un estudio libre de prejuicios acerca del conocimiento. De este modo, la búsqueda de directrices morales se convierte en un motivo extralógico que obstruye el análisis lógico del conocimiento. Ahora debemos mostrar hasta qué medida el producto de esta actitud, el paralelismo ético-cognoscitivo, ha influido sobre las filosofías del conocimiento y se ha convertido en una de las fuentes principales de erróneas teorías del conocimiento.

Como el hombre real, en general, no se comporta moralmente, parece un hecho obvio que la ética no trata sobre la conducta real del hombre. La diferencia entre cómo debe obrar el hombre y cómo obra en realidad es lo suficientemente clara y, por lo tanto, la ética resulta referida a la conducta del hombre ideal. Para explicar esta distinción, el teórico de la ética señala la diferencia entre las leyes geométricas y las relaciones que existen entre los objetos físicos reales; distingue el triángulo ideal del triángulo real y arguye que el matemático descubre leyes normativas de los objetos geométricos en el mismo sentido en que el filósofo moral establece leyes normativas de la conducta humana. De este modo los teoremas de las matemáticas se erigen como juicios de lo que *debe ser*, distinguiéndolos de lo que *es*, en el mismo sentido en que deben erigirse los teoremas éticos.

Un estudio limpio de prejuicios de las matemáticas revela inmediatamente que esta analogía es inadmisible. Es verdad que las figuras geométricas ideales no se encuentran en la realidad física, pero las leyes de la geometría cuando menos expresan relaciones que rigen aproximadamente para los

objetos reales. Las matemáticas describen la realidad física en tanto que suministran un conocimiento aproximado de la realidad. No nos dicen cómo debe ser la realidad, sino cómo es la realidad. ¿Qué sentido tendría el exigir que la circunferencia de un árbol fuera un círculo perfecto? El círculo imperfecto que es en realidad satisface las leyes geométricas tanto como el círculo perfecto las satisface, y las leyes del círculo perfecto nos son útiles porque nos ilustran aproximadamente sobre las relaciones que existen en círculos tan imperfectos como la circunferencia de los árboles.

Para conservar la analogía podemos tratar de interpretar la ética como si tuviera una naturaleza semejante, en el sentido de que nos informa acerca de la conducta aproximada de los seres humanos. Es verdad que una ética descriptiva, una relación sociológica de las reglas éticas existentes, no se presenta generalmente de este modo, sino dando una descripción de la conducta real de los hombres. Pero cuando menos podríamos teóricamente elaborar una ética descriptiva que tratara del hombre ideal, de la misma forma que el geómetra trata del triángulo ideal. Esto es posible' porque, dentro de un cierto margen de aproximación, las leyes éticas ideales se realizan. Es un hecho, por ejemplo, que la mayor parte de los hombres no roban ni matan. Los ideales éticos se realizan aproximadamente porque de otro modo los hombres, como grupo social, no podrían existir. De este modo llegaríamos a una ética descriptiva que podría informarnos sobre la conducta ética aproximada de los humanos al describir su conducta ideal, como la geometría nos informa sobre las relaciones aproximadas entre las medidas del espacio físico al tratar con figuras espaciales ideales.

Pero no es eso lo que el filósofo de la ética quiere. Lo que él pide son directrices morales, reglas que nos digan cómo debemos obrar, no informes sobre cómo obramos en la realidad. Y como pretende que la razón, o una visión de las ideas, no puede revelar estas reglas, se ve obligado a concebir, ahora inversamente, la función de las matemáticas como normativa, no como descriptiva. Llega de esta manera a una concepción según la cual la mente se constituye en legisladora. En una versión más modesta, se concibe la mente como un instrumento de visión que percibe las leyes normativas desde una esfera de existencia superior. Nos encontramos aquí con el origen psicológico de la pluralidad de los reinos de la existencia, cuyo principal exponente es Platón. Las imperfectas formas geométricas de los objetos físicos reales se consideran como deficiencias, como imperfecciones en el sentido moral, como los errores en la conducta de los seres humanos reales, y se introduce

una esfera de una realidad superior libre de estas imperfecciones, tanto en el plano cognoscitivo como en el moral.

La valoración moral de las relaciones cognoscitivas puede verse en la introducción de argumentos morales dentro de la ciencia griega, por ejemplo, en la astronomía. Los caminos celestiales de las estrellas, verbigracia, se consideran como círculos perfectos por razones de prestigio, por así decir. El que las circunferencias de los árboles sean círculos imperfectos demuestra su inferioridad. Como resultado de estas concepciones se consideran los objetos reales como inferiores a los objetos ideales. La teoría de las ideas de Platón muestra este cambio de valoración de la realidad física a la ideal.

Kant desarrolla una concepción semejante, aun cuando con argumentos menos ingenuos. Distingue entre *cosas de apariencia (fenomena) y cosas en sí (noumena)*. Todo nuestro conocimiento se halla restringido a cosas de apariencia, porque el conocimiento presenta los objetos del mundo físico dentro del marco de los principios *a priori*. Detrás de los objetos de apariencia, nos dice, deben encontrarse las cosas en sí; esto es, las cosas tal como son antes de su incorporación a los principios de la geometría, la causalidad, etc. Como Platón, Kant llega a un mundo trascendental, diferente y superior al mundo que la observación y la ciencia nos muestran.

La razón de por qué Kant necesita de las cosas en sí es obvia: lo que él desea es erigir un mundo donde puedan aplicarse sus principios morales y religiosos. La ciencia, por su determinismo causal, no había dejado sitio ni a la libertad de los actos humanos ni a un gobierno divino, y ello constituía para Kant una amenaza contra las bases de la moralidad y la religión. Se abría la posibilidad de una solución si se limitaba la ciencia a una especie de realidad inferior, liberando de ese modo a las cosas en sí del determinismo de las cosas en apariencia. La característica subjetiva de la síntesis *a priori* de Kant se prestaba a tal interpretación: si las leyes de la causalidad y la geometría son meramente sobreimpuestas por la mente humana a una realidad absoluta, esta realidad en sí misma es libre e independiente para seguir la ley moral en lugar de la ley causal. Es doloroso ver cómo el filósofo de la física newtoniana lucha por abandonar toda su física para dejar a salvo su moralidad religiosa. Kant acepta abiertamente que es ésta la intención de su filosofía. En el prefacio a la segunda edición de su *Crítica de la razón pura*, dice: “Tuve que poner límites al conocimiento a fin de dejar sitio a la fe”. Las devastadoras consecuencias de este programa pueden verse en el giro final que da a su “filosofía crítica”. El mismo libro que expone los fundamentos de su teoría del conocimiento termina en un capítulo, llamado *Dialéctica trascendental*,

que virtualmente anula todos sus resultados previos. Kant pretende demostrar en este capítulo que, cuando la razón se extiende más allá del mundo de la apariencia, conduce inevitablemente a contradicciones, llamadas *antinomias*, y que la única escapatoria a esta bancarrota de la razón está en la creencia en Dios, en la libertad y en la inmortalidad, como principios válidos para la realidad que se encuentra detrás del mundo visible.

Las llamadas antinomias kantianas, que se refieren esencialmente a la infinitud del espacio y el tiempo, no han resistido la prueba de la lógica, ya que han sido con facilidad resueltas por una lógica que ha aprendido a tratar coherentemente con los números infinitos. La interpretación kantiana de la causalidad y la geometría como principios sobreimpuestos a las cosas por la mente humana ha resultado también insostenible. Si ha de ser válida, la ley causal debe regir a las cosas en sí, ya que de otro modo no podría utilizarse para predicciones de observaciones futuras: la mente humana no crea sus observaciones, sino que es esencialmente pasiva en el acto de la percepción. Y la geometría, como sabemos hoy, describe una propiedad del mundo físico (véase capítulo vm). De modo que no queda ningún argumento para la artificial restricción de Kant de las facultades de la razón ni para su introducción de una realidad metafísica de las cosas en sí. Pero desde su publicación, esta parte anticientífica de su filosofía ha sido la fuente donde han bebido los enemigos de la ciencia. La utilizaron para la construcción de sistemas filosóficos que menospreciaron el pensamiento científico y pretendieron establecer un mundo de existencia ideal, cuyo conocimiento sólo era accesible al filósofo y a nadie más.

Así conduce el racionalismo a la concepción del idealismo, del que antes se ha hablado como una versión específica del racionalismo, que sostiene que la realidad última está reservada a las ideas, en tanto que los objetos físicos no son más que copias de los ideales. Esta concepción ha encontrado su más absurda formulación en la teoría de que la razón es la sustancia de todas las cosas, expresada en el pasaje citado al principio de este libro. Preguntamos por qué un filósofo debía hablar de este modo para expresar sus concepciones. Podemos ahora dar la respuesta: porque su interés primordial no es una comprensión del conocimiento sino algo más. Lo que él desea es concebir el conocimiento de tal modo que pueda suministrar una base para directrices morales; lo que quiere él es dar al conocimiento una certeza que la percepción sensible nunca puede alcanzar, a fin de poder construir de ese modo un paralelo de tal certeza en un conocimiento ético absoluto. No vacila en

desarrollar su sistema siguiendo un lenguaje de imágenes, porque equivoca el sentido del lenguaje de la explicación científica.

El autor del pasaje arriba citado es G. W. F. Hegel (1770-1831), de cuya introducción a la *Filosofía de la historia* se ha tomado. Unas cuantas observaciones sobre su filosofía serán de gran utilidad, porque el sistema de Hegel puede considerarse como el extremo de la posición idealista, o, ¿debo decir, su caricatura? Hegel se diferencia de Platón y de Kant en que no comparte su admiración por las ciencias matemáticas; pero se diferencia de ellos, también, porque no alcanza la profundidad de su planteamiento. Aunque repite, eso sí, todos sus errores y los desarrolla en una forma tan ingenua que puede estudiarse su sistema como un modelo de lo que la filosofía no debe ser.

El punto de partida de la filosofía de Hegel es la historia, no la ciencia. Trata de explicar la evolución del hombre histórico —esto es, el periodo de la historia humana del que poseemos relaciones escritas— por la construcción de algunos simples esquemas según los cuales, piensa él, se explica el desenvolvimiento de los hechos históricos. Uno de estos esquemas compara la historia con el desarrollo del individuo. La infancia está representada por los pueblos orientales primitivos: la juventud está identificada con el periodo de los griegos; la edad madura del hombre pertenece al periodo de los romanos; y la edad de oro está representada por nuestro tiempo que, para Hegel, es un periodo no de decadencia sino de la más acabada madurez. La última etapa fue alcanzada con el Estado prusiano, que empleó a Hegel como profesor en Berlín. Yo no sé qué habría dicho Hegel sobre la Prusia de Hitler; tal vez le habría asignado un lugar en la continuación de su línea de desarrollo histórico, pero quizá habría preferido aplazar su juicio hasta ver el fin del imperio hitleriano.

Esta primitiva esquematización, propia de un novato universitario que decide construir su propio sistema filosófico, es mucho menos conocida que otro de sus esquemas históricos. Hegel observó que a menudo el desarrollo histórico conduce de un extremo a otro, como un péndulo, para alcanzar una tercera etapa que incluye, hasta cierto grado, los resultados de las dos etapas anteriores. Por ejemplo, el absolutismo político es seguido algunas veces por una revolución democrática, que a su vez deviene en un gobierno centralizado en que se combinan los derechos del pueblo. Él llamó a este esquema la *ley dialéctica*. La primera etapa se llama *tesis*; la segunda, *antítesis*; y la tercera, *síntesis*.

Hay ilustraciones abundantes de la ley dialéctica en la historia del pensamiento humano. El desarrollo de la concepción astronómica del universo ofrece un ejemplo: la concepción de Tolomeo de un universo geocéntrico —es decir, de un universo cuyo centro está ocupado por la Tierra — fue seguida por el sistema de Copérnico de un universo heliocéntrico, en el que la tierra se mueve y el sol es el centro inmóvil. Estas dos concepciones opuestas han sido superadas y al mismo tiempo "sintetizadas" por la concepción relativista de Einstein, de acuerdo con la cual tanto la concepción geocéntrica como la heliocéntrica pueden convertirse en interpretaciones admisibles, siempre y cuando se liberen de la pretensión de un movimiento absoluto. Otra ilustración de lo mismo la ofrece el desarrollo de las teorías físicas de la luz, que pasaron de la concepción de una partícula a la de una onda, hasta unirse finalmente en una concepción dualista de la materia que puede interpretarse tanto en términos de partículas como en términos de ondas (véase capítulo XI).

El procedimiento general del método empírico —el método de la prueba y el error y un resultado que no es sino una nueva prueba— puede asimismo considerarse como reiteración interminable de la ley dialéctica. Estas ilustraciones muestran, además, que la ley dialéctica tiene un endeble significado: no es más que un marco conveniente en el que pueden incorporarse ciertos desarrollos históricos después de terminados, pero no es ni precisa ni lo suficientemente general para permitir predicciones históricas. Y no puede utilizarse como argumento para la verdad de una determinada teoría científica: la tesis de que la teoría del movimiento de Einstein es verdadera no puede derivarse de la pauta dialéctica del proceso histórico que condujo a la construcción de esta teoría, sino que debe basarse en un terreno independiente.

Si Hegel se hubiera contentado con establecer la ley dialéctica y con ilustrarla con una copiosa cantidad de material histórico y filosófico, habría sido un gran historiador, un científico de la historia. Como científico también habría visto las limitaciones de su ley de las tres etapas, los muchos casos en que no rige, y habría buscado las condiciones especiales de su aplicabilidad. Pero era un filósofo y por eso cayó víctima de la búsqueda de la generalidad y la certeza. Generalizó su ley de la dialéctica convirtiéndola en una ley lógica y desarrolló un sistema según el cual la contradicción es inmanente a la lógica y, por así decirlo, impulsa al pensamiento a ir de un extremo a otro, produciendo de este modo el movimiento dialéctico. Hegel afirma, por ejemplo, que el juicio "la rosa es roja" es una contradicción, porque en él se

dice de una misma cosa que es dos cosas diferentes, rosa y roja. Los lógicos han explicado con frecuencia el error primitivo que hay en esta concepción, que confunde la pertenencia a una clase con la identidad: según el juicio, la misma cosa pertenece a dos clases diferentes, a la clase de las rosas y a la de las cosas rojas, lo cual no es ninguna contradicción. Surgiría la contradicción si se afirmara que las dos clases diferentes fueran idénticas; pero el juicio no dice esto. Por medio de manipulaciones lógicas de esta índole, Hegel trata de establecer su ley de la dialéctica como una ley lógica que rige sin excepción.

Combinando su explicación de la ley dialéctica con su concepción de una evolución progresiva de la humanidad, Hegel llega a concepciones como la expuesta en el pasaje con que se inició este libro. La sustancia de la realidad es la razón; ésta impulsa a la realidad a ir de un extremo a otro, uniendo los extremos en un plano superior, y luego iniciando otra vez el proceso. Y esto es lenguaje de imágenes. Pero lo que Hegel dice no puede decirse de otro modo, ya que de no ser así su absurdo sería demasiado obvio. Si interpretamos su concepción en el sentido de que el mundo se hace cada vez más razonable, o de que todos los acontecimientos sirven un propósito razonable, la falsedad de la afirmación se hace evidente. La historia humana, aun cuando incluye líneas de progreso moral e intelectual, es un fenómeno demasiado complejo para que pueda clasificarse en términos tan simples; y ¿quién sostendría que el desarrollo del mundo físico, digamos, de los sistemas estelares, sigue pautas de acuerdo con los deseos de la razón humana o satisface lo que los seres humanos podrían considerar como un propósito? El sistema de Hegel depende para su éxito de su extraño lenguaje.

En Hegel, la búsqueda de directrices morales ha asumido la forma de una proyección de fines morales en la historia; la buena voluntad finalmente se convierte en realidad, y debemos aspirar a lo bueno porque tomamos parte en el proceso de la historia. En un lenguaje menos complicado, esto significa que los juicios sobre lo que habrá de suceder se derivan de juicios sobre lo que debe suceder. El hombre de la calle llama a esto un pensamiento deseable; el filósofo habla de la interpretación teleológica de la historia. De nada sirve tratar de hacer un análisis lógico de esta filosofía; sólo es interesante desde un punto de vista psicológico, como documento de lo que pasa si el racionalismo deja de ser controlado por la lógica. Representa un caso en que el filósofo cree que si la razón puede *descubrir* leyes del universo, la razón puede *dar* también leyes al universo.

Me parece dudoso que Hegel hubiera adquirido la fama de que hoy goza si no hubiera encontrado apoyo fuera del terreno de la filosofía, en el

materialismo económico de Karl Marx (1818-1883). La aplicación de la ley dialéctica de Hegel dentro de las pautas de un movimiento político convirtieron esa doctrina en el centro mismo de una acalorada controversia; el socialismo fue discutido, tanto por sus exponentes como por sus adversarios, a la luz de la filosofía de Hegel. Y, sin embargo, en sus puntos fundamentales, Marx es el más poderoso opositor de Hegel porque se rehúsa a compartir su fe primitiva en el poder de la razón. El hombre que explicó los movimientos ideológicos como resultados de las condiciones económicas y que predicó la lucha de clases como un paso hacia el progreso no era un idealista. La posición histórica de Marx se encuentra en la línea del empirismo, no sólo porque estaba fuertemente influido por los empiristas británicos como Ricardo, sino también porque al ley dialéctica de Hegel sólo puede ser coherentemente incorporada a su sociología si se la concibe como una ley empírica. Tendríamos un cuadro mucho más claro de la historia del empirismo sociológico si el propio Marx hubiera reconocido este hecho.

Si queremos entender por qué Marx no se separó claramente de la metafísica de Hegel debemos buscar la razón en explicaciones psicológicas. Marx extendió su interpretación económica de la historia al determinismo económico, y quizá necesitaba los lazos de una filosofía idealista como sostén de su doctrina, de acuerdo con la cual los desenvolvimientos históricos están estrictamente determinados por leyes económicas, del mismo modo que el curso de los planetas está determinado por leyes físicas. Pero las condiciones económicas son meramente un factor que contribuye al desenvolvimiento histórico; la psicología humana es otro factor, y ni aun los dos juntos pueden ofrecer más que leyes estadísticas para la evolución de la sociedad humana. Sólo el racionalista y el apriorista pueden pasar por alto la naturaleza puramente estadística de las leyes sociológicas; el empirista sabe que el elemento casualidad no puede ser nunca completamente eliminado de los hechos históricos y que ello excluye una estricta posibilidad de predicción aun en los casos de las corrientes históricas más definidas. La fe ciega de los marxistas en las predicciones económicas de su guía, que hace pensar en un credo más que en un estudio científico, es una restauración del hegelianismo, de una filosofía que coloca las intuiciones *a priori* sobre la evidencia empírica.

Se ha llamado a Hegel el sucesor de Kant y esto demuestra tanto una radical falta de comprensión de Kant como una injustificada elevación de Hegel. El sistema de Kant, aun cuando a la postre resultara insostenible ante los desarrollos posteriores, fue el intento de una gran inteligencia para

establecer el racionalismo sobre una base científica. El sistema de Hegel, en cambio, es la pobre construcción de un fanático que ha descubierto una verdad empírica y trata de convertirla en una ley lógica dentro de la más anticientífica de todas las lógicas. En tanto que el sistema de Kant marca el pináculo de la línea histórica del racionalismo, el sistema de Hegel pertenece al periodo de decadencia de la filosofía especulativa que caracteriza al siglo XIX. Después hablaré de este periodo. Pero puedo hacer al menos una observación de antemano: más que ninguna otra filosofía, el sistema de Hegel ha contribuido a acentuar la división entre científicos y filósofos. Hegel ha hecho de la filosofía un motivo de escarnio que el científico quiere evitar.

La distancia entre la ciencia y la filosofía podrá entenderse ahora mejor. El filósofo racionalista es anticientífico en lo más profundo de su naturaleza. La ruta de su pensamiento está determinada por motivos extralógicos que utilizan los resultados y los métodos científicos como instrumentos para lograr objetivos no científicos. No debemos dejamos engañar por la admiración y glorificación de las matemáticas, que con frecuencia manifiestan los profetas de la filosofía idealista. Las matemáticas no son para ellos más que un ejemplo de sus doctrinas, un espejo de sus propias ideas; ellos no saben qué es lo que significa el conocimiento, incluyendo el conocimiento científico, para el hombre que estudia al conocimiento por sí mismo.

No hay arreglo posible alguno entre la ciencia y la filosofía especulativa. Y no debemos tratar de reconciliarlas con la esperanza de alcanzar una síntesis superior. No todos los desenvolvimientos históricos siguen la ley dialéctica; una línea del pensamiento puede desaparecer y dejar su lugar a otra que provenga de raíces diferentes, como una especie biológica que sobrevive sólo en forma de fósil, una vez que otra especie, mejor dotada, ha tomado su sitio. La filosofía especulativa, después de su clímax en el sistema de Kant, ha encontrado sólo representantes mediocres y está en plena decadencia. Pero hay una nueva filosofía, que está en ascenso, emparentada con la ciencia y que ha resuelto muchos de los problemas presentados por la filosofía de los primeros tiempos. Pasaré a tratar las raíces históricas de esta filosofía antes de presentar sus soluciones.

V. LA POSICIÓN EMPIRISTA. SU ÉXITO Y SU FRACASO

EL EXAMEN hecho hasta ahora de algunos sistemas filosóficos no pretende ofrecer un panorama completo de la filosofía. Los filósofos mencionados en los capítulos precedentes han sido seleccionados de acuerdo con un determinado punto de vista; todos ellos pertenecen a un tipo específico de filosofía y no deben considerarse como representantes de la filosofía como un todo. Su filosofía se caracteriza por la concepción de que existe un dominio especial del conocimiento, del conocimiento filosófico, que la mente humana adquiere por medio de una facultad particular, llamada razón, intuición o visión de ideas. Y se pretende que los sistemas de estos filósofos son los productos de esta facultad; se considera que suministran una especie de conocimiento que el hombre de ciencia no puede alcanzar, un conocimiento supracientífico inaccesible a los métodos de la observación y la generalización sensible con que se construyen las ciencias. A esta clase de filosofía se la ha distinguido aquí con el nombre de *racionalismo*. Para el racionalista, descontando algunas cuantas excepciones como Hegel, las matemáticas, a la vez que representan la forma ideal de conocimiento, ofrecen el modelo según el cual se forma el conocimiento filosófico.

Desde el tiempo de los griegos, sin embargo, ha existido un segundo tipo de filosofía esencialmente diferente del primero. Los filósofos del segundo tipo consideran la ciencia empírica, y no las matemáticas, como la forma ideal de conocimiento; afirman que la observación sensible es la fuente primordial y el juez último del conocimiento, y que no es más que un autoengaño el creer que la mente humana tiene acceso directo a otra clase de verdad diferente de la de las vacías relaciones lógicas. A este tipo de filosofía se le llama *empirismo*.

El método empírico difiere radicalmente de el del racionalismo. El filósofo empirista no pretende descubrir una nueva clase de conocimiento inaccesible al científico; meramente estudia y analiza el conocimiento obtenido por la observación, ya sea científico o común, y trata de comprender su significado y sus implicaciones. Le da lo mismo que a la teoría del conocimiento a que llega se le llame conocimiento o no; pero la considera

fincada en los mismos métodos empleados por el científico y se rehúsa a interpretarla como producto de una facultad filosófica específica.

Pero no siempre se ha presentado la tesis empirista con la claridad con que ahora la presentamos nosotros; la elaboración de la tesis del empirismo es en sí misma el producto de un largo desarrollo histórico. Los antiguos empiristas no tuvieron la concepción clara de la ciencia empírica que hoy tenemos, y con frecuencia se vieron influidos por los sistemas racionalistas. Por otra parte, su filosofía incluía con frecuencia partes que ahora consideramos como pertenecientes a la ciencia empírica, tales como las teorías sobre el origen del universo o la de la naturaleza de la materia. De este tipo fueron los sistemas de los empiristas griegos, tanto del periodo presocrático como de los periodos posteriores de la filosofía griega. El más prominente entre ellos es Demócrito, contemporáneo de Sócrates, a quien se reputa como el primero en concebir la idea de que la naturaleza está formada de átomos, por lo que ocupa un lugar tanto en la historia de la ciencia como en la historia de la filosofía. Su cosmogonía es notable porque supone una evolución por medio de la combinación de los átomos en complicadas estructuras. Según su teoría, originalmente había solamente átomos individuales que se trasladaban en el espacio en todas direcciones; por choques accidentales, se formaron torbellinos que posteriormente dieron lugar a la formación de cuerpos de todas clases y disposiciones. Estas ideas fueron recogidas, cerca de cien años después, por Epicuro, cuyo sistema se trasmitió, de la época romana a generaciones posteriores, merced al famoso poeta *De rerum natura* de Lucrecio. Epicuro dio una versión distinta del movimiento de los átomos al suponer que originalmente caían siguiendo líneas paralelas en un tiempo infinito, hasta que accidentalmente algunos se desviaron de su camino y chocaron unos con otros. Este accidente inició la evolución.

Entre los filósofos griegos posteriores puede considerarse a los escépticos como representantes del empirismo. Si pusieron en duda la posibilidad del conocimiento fue porque los griegos identificaron el conocimiento con cierto conocimiento absoluto. Carneades (siglo II a. C.) reconoció que la deducción no puede suministrar conocimiento porque sólo deriva conclusiones de ciertas premisas dadas y no puede establecer la verdad de los axiomas. Descubrió, además, que para las finalidades de una orientación en la vida ordinaria el conocimiento absoluto es innecesario y que una opinión bien establecida basta como base de los actos humanos. A partir de este punto de vista desarrolló una teoría de la probabilidad que distinguía tres clases de probabilidades o grados de certeza. Con su defensa de la opinión y la

probabilidad, Carneades fijó las bases de la posición empirista en un ambiente intelectual en el que la certeza matemática era considerada como la única forma permisible de conocimiento. Forjadas en constante pugna con las doctrinas racionalistas prevalecientes, las concepciones de estos primeros empiristas fueron predominantemente escépticas; presentan el carácter saludable, pero negativo, de un ataque contra el racionalismo, y no llegan muy lejos en la construcción de una filosofía empírica positiva.

La escuela de los escépticos tuvo su continuación a través de los siglos. Unos trescientos años después de Carneades, Sexto Empírico (*c*. 150 d. C.) escribió una sinopsis de las doctrinas escépticas, que nos ilustra acerca de sus predecesores y deja en claro que el autor no quiere poner en duda la posibilidad de un acto dirigido a un fin concreto basado en la información derivada de la percepción sensible. Sexto Empírico es también uno de los representantes principales de la escuela de los médicos empíricos, que trataron de purificar la ciencia de la medicina de adiciones especulativas.

Los filósofos árabes cuentan con empiristas tales como Algazali, famoso por sus trabajos en óptica fisiológica. Durante la Edad Media la filosofía estuvo exclusivamente en manos de clérigos y la escolástica no tiene lugar alguno para el empirismo. Hombres como Roger Bacon, Pedro Auriol y Guillermo de Occam, quienes valientemente trataron de defender la posición empirista, estaban demasiado embebidos en modos teológicos de pensamiento para que se les pueda comparar con los empiristas de tiempos anteriores o posteriores. Pero esta observación no tiene de ningún modo la intención de menospreciar su significación histórica; en realidad, si ha de medirse el mérito de los hombres por las desviaciones de sus puntos de vista frente a las opiniones dominantes, su defensa del empirismo merece la admiración de todos aquellos que han sido empiristas en periodos más caracterizados por tales tendencias.

La íntima conexión que existe entre el racionalismo y la teología es comprensible. Como las doctrinas religiosas no se basan en la percepción sensible, requieren una fuente extrasensible del conocimiento. El filósofo que pretende haber encontrado un conocimiento de este tipo es el aliado natural del teólogo. Los sistemas de los grandes racionalistas griegos Platón y Aristóteles fueron utilizados por los teólogos cristianos para la construcción de una filosofía del cristianismo. Platón se convirtió en el filósofo de los grupos de espíritu más místico, en tanto que Aristóteles se convirtió en el filósofo de la escolástica. La relación con la teología ha hecho que el racionalista de todos los tiempos se sienta superior al empirista en un sentido

moral. El antagonismo entre los dos grupos, aun cuando es experimentado con la misma intensidad por ambos, no toma una forma simétrica; en tanto que el racionalista considera al empirista como moralmente inferior, el empirista considera al racionalista como individuo carente de sentido común.

Hasta el surgimiento de la ciencia moderna, alrededor del año 1600, no empezó el empirismo a adoptar la forma de una teoría filosófica positiva y bien fundamentada, capaz de poder entrar en ventajosa competencia con el racionalismo. Los tiempos modernos nos han brindado los grandes sistemas empiristas de Francis Bacon (1561-1626), John Locke (1632-1704) y David Hume (1711-1776). Las posiciones de estos empiristas ingleses deben compararse ahora con el racionalismo.

La tesis del empirismo halló en esas filosofías su elaboración clara. La concepción de que la percepción es la fuente y la prueba última del conocimiento es el resultado al que, a la larga, había de conducir su trabajo. La mente, dice Locke, principia siendo como una hoja en blanco, y es la experiencia la que en ella escribe. Nada existe en la mente que no haya estado antes en los sentidos. Pero hay dos clases de percepción sensible: la de objetos externos y la de objetos internos. Esta última clase de objetos nos la ofrecen los hechos psicológicos, tales como el pensar, el creer, el sentimiento de dolor o la sensación de color, todos los cuales observamos a través de un sentido interno. Hume divide los contenidos de la mente en impresiones e ideas; las impresiones son suministradas por los sentidos, incluyendo el sentido interno, y las ideas son recuerdos de impresiones anteriores.

Sólo combinadas pueden diferenciarse las ideas de los fenómenos observados. Por ejemplo, las impresiones observadas que pueden tenerse del oro y de una montaña pueden colocarse juntas para formar la combinación no observada, pero imaginable, de una montaña de oro. El contraste con el racionalismo, el empirismo reduce la mente de este modo al papel subordinado de establecer un orden entre las impresiones y las ideas; el sistema ordenado es aquello a lo que llamamos conocimiento.

La función de la mente en la construcción del conocimiento puede ilustrarse mediante algunos ejemplos que podrían haber usado Bacon, Locke o Hume. Entre las múltiples experiencias que tenemos en un día, la mente toma el resplandor del fuego según es visto por los ojos y lo asocia con la sensación de calor que se obtiene cuando nos acercamos, llegando así a la ley física de que el fuego es caliente. De modo semejante, la mente descubre las leyes de los movimientos de las estrellas al comparar los varios aspectos que se observan al mirar el cielo por la noche a diferentes horas y en distintos

días; al relacionar las diferentes posiciones de una estrella por medio de líneas imaginarias, la mente fragua el camino de la estrella, que en sí no es un objeto de observación.

Cuando digo que se asigna a la mente un papel subordinado en esta concepción del conocimiento, quiero decir con ello que no se la considera como juez de la verdad. Un círculo puede parecer a la mente como la más alta forma del movimiento de una estrella; pero que este movimiento sea realmente circular es cosa que juzga la percepción. La razón puede inducirme a decir que la materia está constituida de pequeñas partículas, porque de otro modo no puedo ver cómo puede ser comprensible la materia; pero que el atomismo sea verdadero o no es algo que debe ser juzgado por las percepciones. En este último ejemplo, la percepción no puede resolver la cuestión directamente, porque los átomos son muy pequeños para que puedan observarse; pero resuelve la cuestión en forma indirecta brindándonos una serie de hechos observables que llevan inevitablemente a la interpretación atómica. El último caso, empero, evidencia que la función de la mente en la construcción del conocimiento no puede llamarse subordinada en otro sentido: la razón es un instrumento indispensable para la organización del conocimiento, sin la cual los hechos de una clase más abstracta no podrían ser conocidos. Los sentidos no me muestran que los planetas se muevan en elipses alrededor del sol, o que la materia esté formada de átomos; es la combinación de la observación sensible con el razonamiento lo que conduce a estas verdades abstractas.

Bacon vio con mucha claridad lo indispensable de la razón para una concepción empirista del conocimiento. En un examen de los sistemas filosóficos, compara a los racionalistas con las arañas que tejen sus telas con su propia sustancia, y a los primeros empiristas con hormigas que recogen material sin poder encontrar ningún orden en él; los nuevos empiristas, dice, son como las abejas que recolectan material y lo digieren, añadiéndole algo de su propia sustancia y dando origen de ese modo a un producto de calidad superior. Esto es sin duda un gran programa expuesto en forma ingeniosa. Veamos ahora hasta dónde lo ha seguido el empirismo de los siglos XVII y XVIII.

¿Cuál es la adición que la razón hace al conocimiento adquirido por la observación? Hemos dicho que es la introducción de relaciones abstractas de orden. Sin embargo, las relaciones abstractas en sí mismas no tendrían tan gran interés si no incluyeran juicios sobre nuevos datos concretos. Si las relaciones abstractas son verdades generales, son válidas no sólo respecto de

observaciones hechas, sino también respecto de observaciones no realizadas aún; incluyen no sólo una relación de experiencias pasadas, sino también predicciones de experiencias futuras. Ésta es la adición que la razón hace al conocimiento. La observación nos informa sobre el pasado y el presente; la razón predice el futuro.

Permítaseme ilustrar la naturaleza de las leyes abstractas con algunos ejemplos. La ley de que el fuego es caliente va más allá de las experiencias sobre las cuales se levantó, y que pertenecen al pasado; predice que siempre que veamos fuego éste será caliente. Las leyes del movimiento de las estrellas nos permiten predecir las posiciones futuras de las estrellas e incluyen predicciones de observaciones tales como los eclipses de sol y de luna. La teoría atómica de la materia ha conducido a predicciones químicas, comprobadas en la elaboración de nuevas sustancias químicas; en realidad, todas las aplicaciones industriales de la ciencia se basan en la naturaleza predictiva de las leyes científicas, puesto que utilizan éstas como proyectos arquitectónicos para la construcción de instrumentos que funcionan de acuerdo con un plan preconcebido. Bacon entrevió con gran claridad la naturaleza predictiva del conocimiento cuando acuñó su famosa máxima: “El conocimiento es poder”.

¿En qué forma puede la razón predecir el futuro? Bacon vio que la razón sola no tiene ninguna capacidad predictiva y que la adquiere sólo en combinación con la observación. Los métodos predictivos de la razón están contenidos en las operaciones lógicas por medio de las cuales elaboramos un orden con el material adquirido por la observación y derivamos conclusiones. Podemos llegar a hacer predicciones gracias al instrumento de la derivación lógica. Bacon reconoció, además, que si la derivación lógica debe servir propósitos de predicción, no puede quedar restringida a la *lógica deductiva*, sino que debe incluir los métodos de una *lógica inductiva*.

Esta distinción, de la que depende el desarrollo del empirismo moderno, puede entenderse mejor con una consideración del silogismo. Tomemos el ejemplo clásico: “Todos los hombres son mortales. Sócrates es hombre. Luego Sócrates es mortal”. Como hemos explicado antes, la conclusión está analíticamente implícita en las premisas y no añade nada a ellas, sino que meramente forma parte de su contenido explícito. Esta vacuidad de sentido constituye la esencia misma de la inferencia deductiva y representa el precio que tenemos que pagar por la verdad necesaria de la conclusión. Tomemos, por otra parte, la inferencia: “Todos los cuervos que se han observado hasta ahora son negros; por lo tanto, todos los cuervos del mundo son negros”. La

conclusión no se encuentra contenida en la premisa; se refiere a cuervos no observados todavía y extiende a ellos una propiedad de los cuervos observados. En consecuencia, la verdad de la conclusión no puede garantizarse. Es posible que algún día descubramos en algún sitio remoto un ave con todas las propiedades de un cuervo menos la del color negro. A pesar de esta posibilidad estamos dispuestos a hacer esta clase de inferencia, en especial cuando se trata de cosas más importantes que los cuervos. La necesitamos si queremos establecer una verdad general, que incluya una referencia sobre cosas no observadas, y porque la necesitamos, estamos dispuestos a correr el riesgo de un error. A una inferencia de esta clase se la llama *inferencia inductiva*, o más específicamente, *inducción por enumeración*.

Pertenece a Bacon el mérito histórico de haber subrayado la importancia de la inferencia inductiva para la ciencia empírica. Reconoció las limitaciones de la inferencia deductiva e insistió en que la lógica deductiva no puede suministrar los métodos que lleven de los hechos observados a verdades generales y con ello a predicciones sobre observaciones posteriores. Una inferencia deductiva puede ser predictiva únicamente si las premisas abarcan una referencia al futuro. Por ejemplo, porque la premisa “todos los hombres son mortales” incluye una referencia a los seres humanos que, como nosotros, todavía no morimos, permite una derivación deductiva de la conclusión de que algún día también nosotros moriremos. Pero a esta premisa debe de haberse llegado por medio de alguna inferencia inductiva. La lógica deductiva, por lo tanto, no puede establecer una teoría de la predicción y debe ser completada por una lógica inductiva. La lógica deductiva que Bacon conoció, y que habría de continuar siendo la única lógica deductiva por siglos, era la de Aristóteles, trasmitida al mundo culto de la Edad Media en una colección de escritos llamados *Organon*. Oponiendo su lógica inductiva al *Organon* aristotélico, Bacon la publicó en un libro al que denominó *Novum Organum*. El libro es históricamente el primer intento por fundamentar una lógica inductiva y, por lo tanto, ocupa, a pesar de sus muchas deficiencias, un lugar preeminente en la literatura filosófica universal.

En su actitud positiva hacia la inferencia inductiva, Bacon va también más allá de las viejas formas del empirismo. Por ejemplo, Sexto Empírico atacó la lógica del silogismo desde el punto de vista de su sentido vacío; pero no admitió el uso de la inferencia inductiva, que consideró inadecuada para la fundamentación del conocimiento. Lo que el empirismo inglés tuvo que superar fue el ideal griego de un conocimiento absolutamente seguro,

modelado sobre el esquema de las matemáticas. Ésta es su función histórica, y lo que lo convierte en el precursor de la filosofía científica moderna.

Pero a pesar del acento que Bacon puso en la inferencia inductiva, vio también con mucha claridad sus deficiencias. Para vencer esas deficiencias, ideó un método que clasifica los hechos observados de acuerdo con una propiedad común; de este modo, estudió la naturaleza del calor reuniendo en una tabla varios fenómenos en los que aparece el calor, en otra tabla varios fenómenos semejantes en los que el calor no aparece, y en una tercera tabla aquellos fenómenos en los que el calor aparece en diferentes grados. Su clasificación es un extraño baturrillo en el que se comparan la existencia del calor en el estiércol del caballo con la ausencia de calor en la luz de la luna. No debemos olvidar, sin embargo, que la clasificación es el primer paso hacia la investigación científica y que Bacon no se encontraba en situación de construir una teoría de los métodos inductivos de la física matemática, porque esta ciencia se hallaba entonces, en pañales. Es verdad que Galileo fue contemporáneo de Bacon y que el método matemático de Galileo es superior a la clasificación inductiva de Bacon. Pero el método de la hipótesis matemática (capítulo VI) tuvo primero que desarrollarse con todas sus implicaciones antes de poder ser objeto de una investigación filosófica. Hasta la aparición de la teoría de la gravitación de Newton, publicada unos sesenta años después de la muerte de Bacon, no entró en vigencia el uso de los métodos inductivos en combinación con las inferencias inductivas. El reproche de haber estudiado el método científico en una forma tan simplificada, que no toma en cuenta la contribución de las matemáticas a la física, debe dirigirse no a Bacon sino a los empiristas posteriores, en particular a John Stuart Mill, quien, ciento cincuenta años después de aquél, elaboró una lógica inductiva que apenas mencionaba el método matemático y que era esencialmente una nueva formulación de las ideas de Bacon.

La lógica inductiva de Bacon es ingenua, ya que se funda en la seguridad de una regla que el sentido común inclínase a aplicar. Pero, a pesar de ello, el científico no puede dejar de tomarla en cuenta. Una crítica del método científico es cosa que no puede esperarse en una época en que tal método se halla en sus comienzos y se sostiene por el optimismo en sus primeros éxitos. Los historiadores de la filosofía que critican la lógica inductiva de Bacon como no científica deben reparar en que sus juicios reflejan los avances de etapas posteriores.

En Bacon, el empirismo encontró su profeta; en Locke su defensor público; en Hume su crítico. Locke consideró la teoría del conocimiento

empírico de Bacon como derivada inductivamente de generalizaciones de experiencias, aun cuando no aclara la cuestión de si todo conocimiento sintético es empírico. Parece que consideraba el conocimiento matemático como absolutamente seguro, por ser sintético y, por lo tanto, lo distinguía del conocimiento empírico. Las proposiciones necesarias son, según él, "fútiles" o "instructivas", distinción por medio de la cual, al parecer, anuncia la distinción kantiana entre proposiciones analíticas y sintéticas y que, si se interpreta de este modo, lo convertiría en partidario de la síntesis *a priori*. Y es verdad que no hay una clara inclinación hacia la síntesis *a priori* en los escritos de Locke; pero su tratamiento de los juicios morales como poseedores de la misma clase de verdad que los teoremas matemáticos lo convierte en un partidario del paralelismo ético-cognoscitivo y lo lleva a resultados apenas compatibles con una concepción analítica de las matemáticas.

El empirismo, en sus primeras etapas, no es siempre coherente. El empirismo de Locke se limita al principio de que todos los conceptos, aun los de las matemáticas y la lógica, se incorporan a nuestra mente a través de la experiencia; y no está dispuesto a ampliarlo hacia la tesis de que todo conocimiento sintético adquiere su valor sólo mediante la experiencia. En correspondencia con esta actitud acrítica, echó mano de la inferencia inductiva sin espíritu crítico alguno y la consideró como un útil instrumento de todo conocimiento empírico. El que la legitimidad de este instrumento fuera puesta en tela de juicio, y con ello de pronto se privara de sus cimientos al empirismo, fue algo con que no se enfrentaron ni Bacon ni Locke; correspondió a Hume arrostrar este golpe dado directamente a la filosofía de la experiencia.

Cuando Hume escribió su *Investigación sobre el entendimiento humano*, el *Novum Organum* tenía más de cien años de edad; pero la teoría de la inducción que Hume halló en las exposiciones contemporáneas de la lógica era todavía la teoría de Bacon. Hume, por lo tanto, dio por sentado que la inferencia científica tiene la forma de inducción por enumeración, o sea la inferencia que se explicó con el ejemplo de los cuervos. Quien haya estudiado física matemática sabe que este resultado es cuestionable, que existen varias formas de inferencia inductiva. La física de Newton, por ejemplo, aplica una complicada teoría deductiva como instrumento de legalización inductiva, y de ningún modo es evidente que esta teoría sea reducible a inferencias de la forma simple llamada inducción por enumeración. Pero de este problema se tratará después. Por el momento bastaría con apuntar que el análisis moderno ha demostrado que todas las formas de inferencia inductiva son reducibles a

la inducción por enumeración, resultado que permite limitar la discusión del método a su forma más simple, como lo hizo Hume.

Hume es superior a Locke por su clara concepción del empirismo. Ha superado el paralelismo ético-cognoscitivo y ve con toda claridad que los juicios éticos no expresan ninguna verdad, sino que, como dice, expresan sentimientos de aprobación o de desaprobación; que "la distinción entre vicio y virtud… no es percibida por la razón". Una vez liberado del error de los que tienen que introducir los juicios sintéticos *a priori* para poder encontrar un fundamento a la moralidad, está en posibilidad de estudiar el conocimiento sin la preocupación del moralista. Llega al resultado de que todo conocimiento es o bien analítico o bien derivado de la experiencia: las matemáticas y la lógica son analíticas, en tanto que todo conocimiento sintético se deriva de la experiencia. Por "derivado" quiere decir no sólo que los conceptos tienen su origen en la percepción sensible, sino también que la percepción sensible es la base de la validez de todo conocimiento no analítico. La adición suministrada al conocimiento por la inteligencia es, por lo tanto, de naturaleza vacía.

Por lo que respecta a las matemáticas, la interpretación de Hume no está muy bien cimentada. Como no podía conocer la respuesta que el siglo XIX daría al problema por medio de la construcción de geometrías no-euclidianas, no estaba en posibilidad de explicar la doble naturaleza de la geometría, tanto como producto de la razón y como predictor de observaciones. Pero parece que no vio el problema muy claramente. Podemos considerar como afortunado que aquí, como en el problema de la inducción —en que todas las formas las consideró reducibles a la inducción por enumeración haya anticipado resultados a que habría de llegarse posteriormente, aun cuando no tenía ningún buen argumento para sus concepciones. Y no voy a inclinarme a considerar esta coincidencia como una muestra de genio, sino más bien como resultado de la buena suerte; pero sí consideraría como prueba del genio de Hume aquellos resultados respecto de los que no podía ofrecer bases firmes, tal como su repudiación del paralelismo ético-cognoscitivo, y le aplaudiría por la coherencia con que sostuvo sus puntos de vista contra antagónicas tradiciones.

Esta coherencia resalta en su tratamiento de la inducción. Si todas las contribuciones de la inteligencia al conocimiento son analíticas, surgen serias dificultades para el uso de la inferencia inductiva; y en la historia de la filosofía pertenece a Hume el mérito de haber llamado la atención hacia este problema, que puede analizarse sin comprometerse ni con una interpretación

analítica ni con una interpretación sintética de las matemáticas. La inferencia inductiva no es analítica. Hume deja muy en claro esto al señalar que podemos perfectamente imaginar lo contrario a la conclusión inductiva. Por ejemplo, aun cuando todos los cuervos observados hasta cierto momento fueran negros, podemos al menos imaginar que el próximo cuervo que veamos será blanco. No creemos que sea blanco, ya que estamos en favor de la inferencia inductiva. Pero tal creencia es superflua si se consideran sólo posibilidades: podemos imaginamos que la conclusión es falsa sin vernos obligados a abandonar la premisa. La posibilidad de una conclusión falsa en combinación con una premisa verdadera demuestra que la inferencia inductiva no lleva consigo una necesidad lógica. El carácter no analítico de la inducción es la primera tesis de Hume.

¿Cómo, pues, podemos justificar el uso de la inferencia inductiva? Hume discute la posibilidad de que la inferencia sea legalizada por la experiencia i Puede suponerse que Bacon y Locke asumieron una legalización de este tipo, aunque nunca discutieron la legitimidad de la inducción. Podríamos aducir que con frecuencia hemos hecho uso de inferencias inductivas y hemos tenido buen éxito: y que, por lo tanto, nos sentimos autorizados a seguir aplicando la inferencia. Sin embargo, la formulación misma del argumento, como explica Hume, hace evidente la falacia de esta justificación. La inferencia por medio de la cual queremos justificar la inducción es en sí misma una inferencia inductiva: creemos en la inducción porque hasta este momento ha logrado buenos resultados. Ésta es una inferencia del tipo de la de los cuervos y, por lo tanto, nos estamos moviendo en círculo. Puede demostrarse que la inducción es segura si creemos que es segura. Éste es un razonamiento en círculo y el argumento se destruye por sí mismo. La inducción no puede justificarse refiriéndose a la experiencia, tal es la segunda tesis de Hume.

La inferencia inductiva es injustificable, esto es lo que Hume considera como resultado de su crítica. Debe sopesarse en toda su extensión la seriedad de este resultado. Si la tesis de Hume es verdadera, nuestro instrumento de predicción desaparece; no nos queda ya ningún medio de anticipamos al futuro. Hemos visto hasta ahora que el sol sale todas las mañanas y creemos que saldrá mañana; pero no tenernos bases para sostener esta creencia. Hemos visto hasta ahora que el agua corre hacia abajo y creemos que siempre lo hará así, pero no tenemos prueba de que así sucederá mañana. ¿Qué tal si mañana los ríos empiezan a correr hacia arriba? Y pensamos: No soy tan tonto para creerlo. Pero ¿por qué es tonta esa creencia? Porque, contestamos, nunca he visto que el agua corra hacia arriba, y porque siempre he visto que den

resultado mis inferencias del pasado al futuro. Aquí tenemos un punto a favor de la falacia descubierta por Hume; se trata de demostrar la inducción por el uso de una inferencia inductiva. Una y otra vez caemos en la trampa; vemos que no puede justificarse la inducción, luego seguimos llevando a cabo inducciones y alegamos que seríamos unos tontos si dudáramos del principio inductivo.

Ése es el dilema del empirista: o es un empirista radical y no admite más resultados que los juicios analíticos o juicios derivados de la experiencia, y luego no podrá hacer inducciones y debe renunciar a todo juicio acerca del futuro; o admite la inferencia inductiva, y con ello ha admitido un principio no analítico que no es derivable de la experiencia y ha abandonado el empirismo, Un empirismo radical llega, por lo tanto, a la conclusión de que el conocimiento del futuro es imposible; pero ¿qué es entonces el conocimiento si no se extiende hacia el futuro? A una mera descripción de relaciones observadas en el pasado no puede llamársele conocimiento; si el conocimiento ha de revelar relaciones objetivas de objetos físicos, debe incluir predicciones en que pueda confiarse. Un empirismo radical, por lo tanto, niega la posibilidad del conocimiento.

El periodo clásico del empirismo, o sea aquel a que corresponden Bacon, Locke y Hume, termina con el fracaso del empirismo, pues así debe considerarse el análisis de la inducción de Hume. La crítica de Hume lleva del empirismo al agnosticismo; en relación con el futuro, acaba en una filosofía de la ignorancia que enseña que todo lo que sabemos es que no sabemos nada acerca del futuro. Debemos admirar la agudeza de la inteligencia que, aun imbuida de seguridad sobre el empirismo, no se abstiene de derivar una conclusión tan aniquiladora. Y, sin embargo, aun cuando Hume expone su resultado con plena franqueza y se llama a sí mismo un escéptico, no está dispuesto a aceptar la tragedia de su conclusión. Trata de suavizar su resultado llamando a la creencia en la inducción un hábito; y al leer a Hume uno tiene la impresión de que esta actitud satisface sus dudas, de que le satisfacía el encontrar una explicación psicológica de su fe inductiva. Hume no era un radical, sino un conservador inglés; el radicalismo de su inteligencia no estaba en conformidad con un radicalismo de sus actitudes volitivas, y por esta razón nos encontramos ante el extraño caso de un filósofo que retira, con una amistosa sonrisa, el cargo decisivo que había lanzado contra la filosofía del empirismo.

Nosotros no podemos compartir el quietismo de Hume. No vamos a negar que la inducción es un hábito; claro que lo es. Pero lo que queremos saber es

si es un buen o un mal hábito. Aceptamos que es difícil vencer este hábito; en realidad, ¿quién podría actuar, digamos, sobre el supuesto de que a partir de mañana el agua va a correr hacia arriba en todas partes? Pero aunque nuestro acondicionamiento al hábito de la inducción sea tan poderoso que no podamos evitar ser adictos de la inducción, como adictos irredimibles de las drogas, al menos queremos saber si deberíamos tratar de alejarnos de él. El problema lógico de la inducción es independiente de la cuestión de si la inducción es un hábito o no, y de si podemos vencer o no ese hábito. El filósofo del empirismo quiere saber si la experiencia sensible puede suministrar un conocimiento del futuro y en qué forma; y si no puede responder a esta pregunta, debe admitir con toda franqueza que el empirismo es un fracaso.

Al comparar el empirismo y el racionalismo, llegamos a un extraño resultado. El racionalista no puede resolver el problema del conocimiento empírico porque conforma este conocimiento según la pauta de las matemáticas, dando de este modo a la razón el papel de legisladora del mundo físico. El empirista tampoco puede resolver el problema; su intento de establecer el conocimiento empírico sobre sus propias bases, derivándolo de la percepción sensible exclusivamente, no puede sostenerse, porque el conocimiento empírico presupone un método no analítico, el método de la inducción, que no puede considerarse como un producto de la experiencia. El empirista no repite los errores del racionalista; no hace uso de un lenguaje de imágenes, no aspira a la certeza absoluta, no trata de erigir el conocimiento de tal modo que sirva de base a directrices morales. Pero al restringir las facultades de la razón al establecimiento de principios analíticos, cae en una nueva dificultad: no consigue explicar el método por medio del cual el conocimiento empírico puede pasar del pasado al futuro, es decir, le resulta imposible explicar la naturaleza del conocimiento.

La conclusión hace pensar desde luego que debe haber un error fundamental en el empirismo. El racionalista cometió el error de considerar el conocimiento matemático corno prototipo de todo conocimiento, y por ello quiso hacer de la razón la fuente de todo conocimiento del mundo, al menos en sus puntos fundamentales; el empirista corrigió este error al insistir en que el conocimiento empírico se deriva de la percepción sensible, en que la razón suministra sólo relaciones analíticas, y en que todo conocimiento sintético es producto de la observación. El conocimiento derivado de la observación, sin embargo, se limita al pasado y al presente; el conocimiento del futuro no queda comprendido en esta especie, es decir, no es producto de la

observación. Los empiristas primitivos no vieron las dificultades que surgen de esta distinción; dado que las predicciones sobre el futuro pueden ser comprobadas o desmentidas posteriormente, consideraron que el conocimiento del futuro pertenece a la misma clase que el conocimiento derivado de la observación. No repararon en que queremos saber la verdad de las predicciones antes que los hechos predecidos ocurran, y que cuando el conocimiento se ha convertido en conocimiento de observación no es ya conocimiento del futuro. Hume vio la dificultad; pero como no podía abandonar una concepción del conocimiento que exige implícitamente que el conocimiento del futuro sea del mismo tipo que el conocimiento del pasado, concluyó que los métodos predictivos de la ciencia no pueden justificarse y que no podemos tener ningún conocimiento del futuro.

La concepción moderna del empirismo ha reconocido el error. Como los juicios sobre el futuro no pueden justificarse si se considera que pertenecen a la misma clase que los juicios sobre el pasado y el presente, deducimos que debe darse una diferente interpretación a los juicios sobre el futuro. El conocimiento del futuro debe interpretarse como esencialmente diferente del conocimiento del pasado. Al adoptar esta actitud, la cuestión se invierte; en lugar de suponer la naturaleza del conocimiento del futuro como algo dado, para preguntamos después cómo podemos tener un conocimiento del futuro, nos preguntamos cuál debe ser la naturaleza del conocimiento del futuro para que los juicios sobre éste puedan justificarse.

Pero la inversión del problema era algo que sobrepasaba las posibilidades de Hume. Su crítica de la inducción es un resultado lo bastante importante para asegurarle una posición preeminente en la historia de la filosofía. Ya antes he dicho que el progreso filosófico debe verse no en las respuestas sino en las preguntas planteadas por los filósofos, y este juicio se aplica también a Hume. Pertenece a Hume el mérito de haber presentado el problema sobre la justificación de la inducción y de haber señalado las dificultades de su solución, y su respuesta no nos es útil.

Lo extraño es que este juicio sobre el empirismo inglés conduce a una objeción que antes se ha dirigido al racionalismo. A pesar de su diferencia intrínseca con el racionalismo, el empirismo inglés ha repetido uno de los errores racionalistas fundamentales: el de examinar el conocimiento no con el desapego del observador desinteresado, sino con la intención de demostrar un objetivo preconcebido; estudiar la naturaleza del conocimiento en un esquema modelado con el propósito de encontrar en él la estructura que el filósofo quiere hallar. El racionalista explica la ciencia empírica como un sistema

cuyos principios deben tener la firmeza de las matemáticas; el empirista sustituye la seguridad matemática con la seguridad de la observación, pero exige que las afirmaciones sobre el futuro tengan el mismo carácter de seguridad que aquellas sobre el pasado. El racionalista llega de este modo al problema de por qué la naturaleza debe seguir los lineamientos de la razón; el empirista se enfrenta al problema de cómo transferir la seguridad de las observaciones a las predicciones.

La solución al dilema no pudo hallarla la filosofía del siglo XVIII. La conversión del problema en un problema sobre la naturaleza del conocimiento predictivo no podía realizarse antes de que los principios de la ciencia sufrieran ciertos cambios fundamentales. La ciencia del siglo XVIII era impulsada por una confianza exenta de crítica en sus éxitos; tuvo que sufrir la limitación de sus métodos antes de llegar a la etapa autocrítica y preguntarse por el sentido de sus resultados. Este desarrollo se inició en el siglo XIX y continúa aún en nuestros días. No nació de la filosofía; al hombre de ciencia nunca le han importado mucho las interpretaciones de los filósofos, y aun la crítica de David Hume le tuvo sin cuidado. La indiferencia hacia la filosofía ha resultado ser una saludable actitud del científico, aun cuando tal vez sea el simple resultado de una afortunada casualidad. El éxito pertenece con frecuencia a aquellos que actúan y no a los que reflexionan sobre lo que deben hacer. La explicación de la naturaleza del conocimiento no podía darse dentro del marco de la ciencia del siglo XVIII; la concepción de la naturaleza de las matemáticas, la concepción de la naturaleza de la causalidad, tenían que revisarse antes de que pudiera desarrollarse una teoría del conocimiento capaz de explicar al mismo tiempo el poder de los métodos deductivos en la física matemática y el uso de la inferencia inductiva. Por lo tanto, fue una fortuna el que el científico no se detuviera a plantearse el problema de la justificación de sus métodos antes de tener a la mano los medios de resolverlo.

Parecerá natural que esta solución haya surgido en el seno de una teoría de la probabilidad, aun cuando la forma de tal teoría es muy diferente de lo que podría esperarse. Decir que las observaciones del pasado son seguras, en tanto que las predicciones son meramente probables, no es la última respuesta a la cuestión de la inducción; es sólo una especie de respuesta intermedia, que queda incompleta a menos que se elabore una teoría de la probabilidad que explique lo que queremos decir por “probable” y con qué base podemos afirmar probabilidades. Los empiristas, incluyendo a Hume han estudiado una y otra vez la naturaleza de la probabilidad; pero han llegado al resultado de

que la probabilidad es de naturaleza subjetiva y es cosa de opinión, o creencia, que ellos distinguen del conocimiento. La idea de que pueda existir algo que llamaríamos conocimiento probable les habría parecido una contradicción. En su argumento de que la inferencia inductiva no es un instrumento legítimo de conocimiento, Hume revela la influencia del racionalismo; como los antiguos escépticos, sólo puede llegar a la demostración de que el ideal racionalista del conocimiento es algo inalcanzable, pero no lo puede sustituir por una concepción mejor del conocimiento.

Hume podría haber llegado al descubrimiento de un significado objetivo de la probabilidad, si hubiera, estudiado la matemática de la probabilidad, que en su tiempo contaba ya con los trabajos de Pascal, Fermat y Jacobo Bernoulli. Que no haya acudido nunca a estos trabajos demuestra que sus intereses matemáticos no eran muy grandes y que no estaba destinado a sacar provecho de la teoría matemática de la probabilidad con propósitos filosóficos.

Aun cuando el análisis lógico de la probabilidad es un requisito necesario para la aclaración del conocimiento predictivo, es indispensable un cambio más radical de la interpretación filosófica antes de poder dar la última respuesta a los enigmas del empirismo. Sabemos ahora que ni siquiera puede probarse que el conocimiento predictivo sea probable, y que la idea del conocimiento probable está sujeta a una crítica semejante a la presentada por Hume con respecto al conocimiento que pretende poseer la certeza. El problema del conocimiento predictivo, por lo tanto, requiere una reinterpretación de la naturaleza del conocimiento. Y no fue posible desarrollar esta nueva concepción del conocimiento dentro del marco de la física newtoniana. La solución del problema de la inducción tenía que esperar la nueva interpretación del conocimiento que habría de derivarse de la física del siglo XX.

VI. LA DOBLE NATURALEZA DE LA FÍSICA CLÁSICA. SU ASPECTO EMPÍRICO Y SU ASPECTO RACIONAL

HASTA aquí sólo nos hemos referido a la filosofía. Pasemos ahora a examinar la evolución de la ciencia durante esos dos mil quinientos años en que los filósofos dieron origen a las varias formas de racionalismo y empirismo.

Las aportaciones griegas a la ciencia pertenecen prácticamente todas al terreno de las ciencias matemáticas. En particular la geometría alcanzó un gran desarrollo; el teorema que lleva el nombre de Pitágoras es uno de los descubrimientos geométricos de los griegos, igualado apenas por su estudio de las *secciones cónicas*, o sean las curvas conocidas con los nombres de elipse, hipérbola y parábola. Su aritmética no poseyó la técnica numérica que aplicamos con tanto éxito hoy; los griegos no escribieron sus números en el sistema decimal, cuya notación es un posterior descubrimiento de los árabes; tampoco conocieron los logaritmos, que fueron inventados en el siglo XVII. Pero, a pesar de estas imperfecciones técnicas, los griegos desarrollaron las bases de la teoría de los números; reconocieron la importancia de los números primos y descubrieron la existencia de los números irracionales, esto es, de los números que no pueden escribirse como cocientes de dos enteros. Su más importante aportación a las matemáticas es la construcción axiomática de la geometría elaborada por Euclides, uno de los matemáticos de origen griego que alrededor del año 300 a. C. hicieron de Alejandría uno de los centros de civilización griega. El sistema de Euclides se ha considerado siempre como una contundente demostración de la fuerza del razonamiento deductivo.

Los avances griegos en las ciencias empíricas se limitaron a las ciencias que admitían el uso de métodos matemáticos. La astronomía griega halló su gran sinopsis en el sistema de Tolomeo, un alejandrino del siglo II de la era cristiana. Utilizando los resultados anteriores de la observación astronómica y el razonamiento geométrico, Tolomeo demostró que la Tierra tiene forma esférica. Pero afirmó que la Tierra no se movía, aun cuando la bóveda celeste se movía alrededor de ella, llevando consigo las estrellas, el sol y la luna. Había también movimientos en esta bóveda; el sol y la luna no tenían una posición fija entre las estrellas, sino que se movían siguiendo sus propios caminos circulares. Los planetas describían curvas de una forma extraña, que

Tolomeo consideraba como resultado de dos traslaciones circulares realizadas al mismo tiempo, como la ruta descrita por un hombre que estuviera sentado en un *carroussel* colocado excéntricamente dentro de un *carroussel* mayor. El sistema astronómico de Tolomeo, llamado también sistema geocéntrico, está todavía en uso en nuestros días en relación con los problemas astronómicos que se refieren meramente al aspecto que asumen las estrellas vistas desde la Tierra, en particular, con problemas de navegación. El hecho de que se pueda aplicar prácticamente muestra que contenía una gran porción de verdad.

La concepción según la cual el sol está inmóvil y la Tierra y los planetas giran alrededor de él no era desconocida para los griegos. Aristarco de Samos propuso su sistema heliocéntrico alrededor del año 200 a. C., pero no pudo convencer a sus contemporáneos de su verdad. Los astrónomos griegos no pudieron entender a Aristarco debido al imperfecto estado en que se encontraba la ciencia de la mecánica en su tiempo. Por ejemplo, Tolomeo alegó contra Aristarco que la Tierra debe estar inmóvil, porque de otro modo una piedra que cayera no caería en línea vertical, y porque los pájaros que vuelan en el aire se quedaría detrás de la Tierra móvil y bajarían en una parte diferente de la superficie de la Tierra.

Hasta el siglo XVIII, no pudo llegarse a un descubrimiento que demostrara que el argumento de Tolomeo era falso. El abate francés Gassendi, contemporáneo y adversario filosófico de Descartes, realizó un experimento en un barco en movimiento: dejó caer una piedra desde lo alto del mástil y la vio llegar exactamente al pie del mismo. Si la mecánica de Tolomeo hubiera sido correcta, la piedra se habría retrasado respecto al movimiento del barco y habría caído en la cubierta en un punto cercano a la popa. Gassendi confirmó de este modo la ley de Galileo, descubierta poco tiempo antes, y según la cual la piedra que cae lleva en sí misma el movimiento del barco y lo conserva en su caída.

¿Por qué Tolomeo no hizo el experimento de Gassendi? Porque la idea del experimento científico, como algo distinto de la mera medida y observación, no era familiar a los griegos. Un experimento es una pregunta dirigida a la naturaleza; por el uso de medios adecuados el científico da origen a un suceso físico cuyo resultado da la respuesta “sí” o “no” a la pregunta. Mientras confiemos en la observación de sucesos no preparados por nosotros, los hechos observables son generalmente el producto de tantos factores que no podemos determinar la participación de cada factor individual en el resultado total. El experimento científico separa los diferentes factores; la participación del hombre da origen a condiciones en las que se muestra la acción de un

factor separada de la de los demás, descubriendo así el mecanismo de los complejos acontecimientos que se realizan sin la intervención del hombre. La caída de la hoja de un árbol, por ejemplo, es un suceso complejo en el que la fuerza de gravitación contiende con las fuerzas aerodinámicas que resultan de las corrientes de aire debajo de la hoja que se desliza, y que la hacen caer describiendo un zigzag. Si, por un lado, excluimos la acción del aire haciendo caer la hoja en un espacio vacío, vemos que, respecto a la gravitación, su caída es la misma que la de una piedra. Si, por otro lado, se hace pasar una corriente de aire a través de un tubo contra una superficie fija, esto demuestra las leyes de la corriente de aire. De este modo, por medio de realizaciones artificiales de experimentos planeados, se analiza el acontecimiento natural en sus componentes. Ésa es la razón de que el experimento se haya convertido en el instrumento de la ciencia moderna. El que la ciencia griega no hiciera uso de experimentos en forma importante demuestra lo difícil que era pasar del razonamiento a la ciencia empírica.

La ciencia moderna data para nosotros de la época de Copérnico (1472-1543) y Galileo (1564-1641). Con el establecimiento del sistema heliocéntrico, Copérnico fijó las bases de la astronomía moderna y, al mismo tiempo, inició el viraje decisivo del pensamiento moderno, emancipándolo de los antropomorfismos de los periodos primitivos. Galileo aportó a la ciencia moderna el método experimental cuantitativo. Los experimentos por medio de los cuales estableció su ley de la caída de los cuerpos han determinado el modelo de un método que combina el experimento con la medida y la formulación matemática. Con Galileo, toda una generación de científicos se inició en el uso de experimentos con propósitos científicos. Sin embargo, este cambio de dirección hacia el método experimental no puede considerarse exactamente como producto del trabajo de un solo hombre. Se explica mejor como resultado de un cambio en las condiciones sociales, lo cual propició la liberación de la mente científica de su preocupación por la ciencia griega en forma de escolástica. Esto condujo, naturalmente, a la ciencia empírica.

El nacimiento de la ciencia experimental fue seguido por una ola de energía e interés que cubrió toda Europa. El telescopio, inventado por un tallador de lentes holandés, fue dirigido por primera vez hacia el cielo por Galileo en Italia. Otro italiano, Torricelli, discípulo de Galileo, inventó el barómetro y demostró que el aire ejerce una presión que disminuye a medida que aumenta la altura. En Alemania, Guericke inventó la bomba de aire y demostró ante un asombrado público la fuerza de la presión atmosférica juntando dos hemisferios que, después de habérseles hecho el vacío, no

pudieron ser separados por troncos de caballos. Los ingleses también se hicieron notables en el nuevo campo. William Gilbert, médico de la reina Isabel, llevó a cabo y publicó amplios estudios sobre el magnetismo; Harvey descubrió la circulación de la sangre; y Boyle estableció la ley de las presiones y los volúmenes gaseosos que lleva su nombre. De este modo la observación y el experimento dieron origen a todo un nuevo mundo de hechos y leyes científicas.

Esta breve selección de sucesos que iniciaron el desarrollo de la ciencia moderna, explica la razón de por qué la edad moderna ha producido sistemas empíricos comparables en influencia a los grandes sistemas racionalistas de los griegos. El racionalismo de los griegos refleja el éxito de la investigación matemática en su civilización; el empirismo inglés refleja el triunfo del método experimental en la ciencia moderna, el método que dirige preguntas a la naturaleza y la deja contestar “sí” o “no”.

Pero hay otro movimiento que merece explicación: el renacimiento de la filosofía racionalista en la Europa continental durante el mismo periodo en que los filósofos ingleses formulaban sus nuevas doctrinas empíricas. Durante este tiempo Descartes, Leibniz y Kant —aun cuando versados en la ciencia a la que ellos mismos habían contribuido— construyeron nuevos sistemas racionales superiores en método y coherencia a los de los antiguos.

Para explicar este contradesarrollo debe recordarse que el método experimental, si bien su aparición en la escena tomó el aspecto de algo revolucionario, no es sino uno de los dos instrumentos fundamentales de la ciencia moderna. El otro es el uso de los métodos matemáticos para el establecimiento de la explicación científica. En este respecto, la ciencia griega continúa en los tiempos modernos; y es algo más que una pura coincidencia el que el sistema copernicano, que nosotros consideramos como el símbolo de la era científica moderna, haya sido anunciado por el sistema heliocéntrico de Aristarco. El poder del método matemático para el análisis del mundo físico, que los griegos descubrieron en su astronomía, se confirmó en el desarrollo de la ciencia moderna; pero al combinarse con el uso de experimentos como criterios de verdad no sólo se confirmó, sino que se amplió y multiplicó hasta desembocar en resultados de una magnitud de orden superior. Lo que dio poder a la ciencia moderna fue la invención del *método hipotético-deductivo*, el método que construye una explicación en forma de hipótesis matemática de la que se deducen los hechos observados. Estudiemos este método, también llamado *inducción explicativa*, que es un ejemplo notable.

El descubrimiento de Copérnico no habría hallado nunca la aceptación universal del mundo culto si no hubiera sido mejorado por la investigación de Johann Kepler (1571-1630) y finalmente incorporado a una explicación matemática por el trabajo de Isaac Newton (1643-1727). Kepler, un matemático de tendencias místicas que expuso un elaborado plan matemático para demostrar la supuesta armonía del universo, fue lo suficientemente hábil para abandonar su hipótesis original acerca de los movimientos de los planetas cuando vio que las observaciones revelaban leyes muy diferentes del movimiento planetario. El resultado fue que se convirtió en el autor de tres famosas leyes sobre el movimiento planetario, que muestran que las órbitas de los planetas no son círculos, sino elipses. A los descubrimientos de Kepler siguió uno todavía más importante: la ley de la atracción de las masas, de Newton. Esta ley, familiarmente conocida como la *ley de gravitación*, tiene la forma de una ecuación matemática muy simple. Según la lógica, constituye una hipótesis, no accesible a la observación directa. Se establece directamente, ya que, como demostró Newton, todos los resaltados de la observación resumidos en las leyes de Kepler pueden derivarse de ella. Y no solamente los resultados de Kepler; también la ley de la caída de los cuerpos de Galileo puede derivarse de la ley de Newton, e igualmente muchos otros hechos de observación, tales como el fenómeno de las mareas en su correlación con las posiciones de la luna.

Newton mismo vio con claridad que la verdad de su ley debería confirmarse por medio de la comprobación de sus implicaciones. Para derivar estas implicaciones, había inventado un nuevo método matemático, el cálculo diferencial; pero toda la solidez de este alarde deductivo no le satisfizo. Él quería una evidencia por medio de la observación de un orden cuantitativo y probó las implicaciones por medio de observaciones de la luna, cuya revolución mensual constituía un ejemplo de su ley de gravitación. Fue una decepción para él encontrar que los resultados obtenidos por medio de sus observaciones no correspondían a sus cálculos. Y, en lugar de exponer una hermosa teoría, ante la evidencia de los hechos Newton puso el manuscrito de su teoría en su archivo. Unos veinte años más tarde, después de que una expedición francesa midió de nuevo la circunferencia de la Tierra, Newton descubrió que las medidas en que había basado sus pruebas eran falsas y que las nuevas estaban de acuerdo con sus cálculos. Sólo después de esta prueba publicó su ley.

El caso de Newton es uno de los ejemplos más asombrosos del método de la ciencia moderna. Los datos derivados de la observación constituyen el

punto de partida del método científico, pero no su todo. Son completados por la explicación matemática, que va mucho más allá del juicio sobre lo observado; la explicación es luego sometida a derivaciones matemáticas que explicitan varias implicaciones contenidas en ella, y estas implicaciones son probadas por medio de observaciones. Y son estas observaciones las encargadas de dar el “sí” o el “no”. Hasta aquí el método es empírico. Pero lo que las observaciones confirman como verdadero es mucho más de lo que expresan directamente. Confirman una explicación matemática abstracta, esto es, una teoría de la que se deducen matemáticamente los hechos observables. Newton tuvo el valor suficiente para aventurar una explicación abstracta; pero también tuvo la prudencia suficiente para no creer en ella antes de que la confirmara la prueba por medio de la observación.

En su desarrollo posterior, que corrió a través de más de dos siglos, la teoría de Newton recibió constantes confirmaciones. Gracias a un ingenioso experimento de Cavendish fue posible probar la atracción de gravitación emanada de una bola de plomo de no más de 30 centímetros de diámetro. Técnicas mejores de observación calcularon y comprobaron las perturbaciones de los planetas en sus órbitas, causadas por atracciones de gravitación mutuas. Finalmente, un matemático francés, Leverrier (e independientemente el astrónomo inglés Adams), predijo, a partir de ciertos cálculos, la existencia de un planeta desconocido hasta entonces, Neptuno, pues tales cálculos hacían al nuevo planeta responsable de algunos trastornos en los otros planetas^ Cuando el astrónomo alemán Galle dirigió su telescopio hacia el punto del cielo calculado por Leverrier, vio una diminuta mancha que cambiaba de posición noche a noche: se había descubierto el planeta Neptuno (1846).

El método matemático ha provisto a la física moderna del poder de predicción. Quien hable de ciencia empírica no debe olvidar que la observación y el experimento han podido llevar a cabo la construcción de la ciencia moderna sólo gracias a su combinación con la deducción matemática. La física de Newton se diferencia considerablemente del cuadro de la ciencia inductiva trazado dos generaciones antes por Francis Bacon. Una simple colección de hechos derivados de la observación, como la presentada en las tablas de Bacon, nunca habría conducido a un hombre de ciencia al descubrimiento de la ley de la atracción. La deducción matemática en combinación con la observación es el instrumento responsable del éxito de la ciencia moderna.

La aplicación del método matemático ha encontrado su expresión más notable en la concepción de la causalidad desarrollada como resultado de la física clásica, esto es, de la física de Newton. Al ser posible expresar leyes físicas en forma de ecuaciones matemáticas, parecía que la necesidad física podría transformarse en necesidad matemática. Tomemos, por ejemplo, la ley de que las mareas siguen la posición de la luna, de modo que una elevación del océano se dirige hacia la luna, la otra en la dirección opuesta, en tanto que la Tierra se mueve debajo de la elevación y la hace recorrer su superficie. Éste es un hecho derivado de la observación. Por medio de la explicación de Newton se demuestra que este hecho es la consecuencia de una ley matemática, la ley de la atracción, y la certeza de la ley matemática se transfiere de este modo a los fenómenos físicos.

"El libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático", afirmó Galileo, y su sentencia ha mostrado su veracidad en una medida mucho mayor de la que pudo haber imaginado. Las leyes de la naturaleza tienen la estructura de las leyes matemáticas, su necesidad y su universalidad; ése fue el resultado de una física que predijo la existencia de un nuevo planeta con tal precisión que un astrónomo no tuvo más que mirar a través de su telescopio para verlo.

La ley matemática resultó así no sólo un instrumento de orden, sino también de predicción; dotó de este modo al físico de la facultad de prever el futuro. La simple generalización realizada en la inferencia inductiva por enumeración no era ya sino un deficiente instrumento comparada con la fuerza del método hipotético-deductivo. ¿Cómo podría explicarse esta fuerza? La respuesta parece obvia: debe existir un orden estricto entre todos los acontecimientos físicos, orden representado por medio de las relaciones matemáticas y expresado por el nombre de causalidad.

La idea de una estricta determinación causal es un producto de los tiempos modernos. Los griegos encontraron un orden matemático en los movimientos de las estrellas; pero otros acontecimientos físicos eran considerados por ellos cuando mucho como parcialmente determinados por leyes causales. Es verdad, algunos filósofos griegos se adhirieron a un determinismo general; pero no sabemos hasta dónde corresponde su concepción' de la determinación causal a la concepción moderna. Ninguno de ellos dejó una formulación clara de lo que entendía por determinismo, y no es muy probable que alguien haya considerado la causalidad como una ley sin excepciones, que rigiera tanto los más insignificantes acontecimientos como los más importantes e hiciera de cada suceso el resultado necesario del

anterior, sin tomar en cuenta lo que estos sucesos puedan significar para los fines humanos. La completa separación entre la causalidad y la valoración humana es algo que no podía concebirse en una época en que no se conocía la física matemática.

Para la mente griega, la predeterminación tiene un matiz religioso y se expresa por el concepto de destino más que por el de causa. El origen del fatalismo es antropomórfico y se explica sólo por una ingenua proyección de los valores humanos y las formas de actos humanos en el curso de la naturaleza. Del mismo modo que los hombres controlan los acontecimientos físicos en la persecución de sus propósitos, los dioses controlan los actos humanos, y el dios del destino tiene trazado su plan para cada ser humano: tal es la doctrina del fatalismo griego. Podemos tratar de escapar a nuestro destino por muchos medios, pero lo único que logramos es cumplir ese nuestro destino en una forma distinta. El destino de Edipo era matar a su padre y contraer matrimonio con su madre; él ignoraba ese destino, pero su padre, el rey de Tebas, lo conocía gracias al oráculo. El intento del padre de eludir el destino abandonando al hijo recién nacido en las montañas tenía que fracasar; el pequeño fue criado por padres adoptivos. Cuando, ya joven, Edipo va a Tebas, encuentra a un desconocido al que mata; libera a la ciudad del terror de la Esfinge cuyo enigma resuelve y su premio es el matrimonio con la reina. Más tarde, habrá de saber que el hombre a quien mató es su padre, y que la reina, su esposa, es su madre. Éste es un mito que el psicoanálisis de Freud interpreta como el reflejo de un deseo subconsciente general, el odio del hijo hacia el padre y el amor sexual hacia la madre. La idea del destino puede, pues, explicarse psicológicamente como el reflejo de la impotencia que sentimos ante los impulsos del subconsciente. Ésta es una explicación moderna desconocida para los griegos; sea lo que fuere lo que nos parezca, estaremos dispuestos a admitir que la predeterminación por medio del destino es una concepción que puede ser explicada por la psicología pero no por el análisis lógico.

El determinismo de la ciencia moderna es de muy diferente naturaleza. Se originó en el éxito del método matemático en la física. Si era posible traducir las leyes físicas a relaciones matemáticas, si los métodos deductivos resultaron ser instrumentos de predicciones precisas debía haber un orden matemático detrás de la aparente irregularidad de las experiencias; debía haber un orden causal. Si no siempre conocemos el orden, si parece imposible que lo lleguemos a conocer alguna vez completamente, este fracaso se debe a la imperfección humana. El matemático francés Laplace ha expresado este

punto de vista en su famoso símil de una inteligencia sobrehumana que pudiera observar la posición y la situación de cada átomo y pudiera resolver todas las ecuaciones matemáticas; para este superhombre “el futuro, como el pasado, serían presente”, y podría definir con exactitud los más pequeños detalles de cada acontecimiento, ya fuera en un futuro de mil años o en un pasado semejante. Este determinismo físico fue el resultado más general de la física newtoniana.

Es intrínsecamente distinto del destino; es ciego, no planificador; ni favorece ni aborrece a los hombres; es un determinismo no en función de objetivos futuros sino de hechos pasados, un determinismo no en términos de un orden superior, sino de una ley física. Pero es tan estricto y universal como el determinismo del destino. Convierte al mundo físico en algo comparable a un reloj de cuerda que automáticamente camina marcando cada momento.

Si ése es el cuadro del mundo presentado por la física clásica, entonces no parece extraño que la época de Newton se abriera al desarrollo del racionalismo así como del empirismo. Los empiristas analizaron sólo un aspecto de la ciencia, el lado que corresponde a la observación; los racionalistas subrayaron su aspecto matemático. El empirismo finalmente se desbarató en la crítica de Hume porque no pudo explicar la naturaleza predictiva de la ciencia; no pudo explicar cómo podríamos conocer el orden estrictamente causal del mundo, de cuya existencia el científico estaba seguro pretendiendo conocerlo al menos en sus líneas generales. Los racionalistas creían estar justificados al atacar la posición empirista, y desarrollaron sistemas que trataban de explicar el papel que las matemáticas representan en la construcción del mundo físico.

Es muy interesante que dos de los grandes racionalistas de la edad moderna, Leibniz y Kant, hayan desarrollado sus sistemas, al menos en parte, como defensa contra la crítica de los empiristas ingleses. Leibniz respondió al *Ensayo sobre el entendimiento humano de Locke* con su *Nuevo ensayo sobre el entendimiento humano*. Kant dice que Hume “lo despertó de su sueño dogmático”, y escribió su *Critica de la razón pura* con la intención de salvar al conocimiento científico de las destructoras consecuencias de la crítica de Hume.

G. W. Leibniz (1646-1716) fue contemporáneo de Newton y su semejante en rango intelectual. Independientemente de Newton descubrió el cálculo diferencial y lo aplicó a la solución de numerosos problemas matemáticos. Sin embargo, no se adhirió a la teoría de la gravitación de Newton, con la que no estaba de acuerdo a pesar de su éxito empírico, porque conducía al

movimiento absoluto. Leibniz desarrolló una teoría del espacio basada en la idea de la relatividad del movimiento, en la que anticipó los principios lógicos de la teoría de la relatividad de Einstein; vio con gran claridad que el sistema copernicano se diferencia del sistema de Tolomeo sólo por ser una forma distinta de lenguaje. Que no haya llegado a una justa valorización de la física de Newton demuestra que el racionalista que había en él no se sometió al criterio empirista de verdad; que no hubiera llegado a la física de Einstein no puede criticársele.

En la filosofía de Leibniz ha encontrado su representación más radical el lado racional de la ciencia moderna. La aplicación afortunada de los métodos matemáticos a la descripción de la naturaleza hizo creer a Leibniz que la ciencia entera puede transformarse en última instancia en matemáticas. La idea del determinismo, de un universo que pasa de una etapa a otra como un reloj, le seducía porque quería decir que las leyes físicas son leyes matemáticas. Aplicó esta idea a una de las más extrañas creaciones del racionalismo, su doctrina de la armonía preestablecida. Según él, las mentes de diferentes personas no actúan una sobre otra; el hecho de que esto parezca suceder se encuentra en que las diferentes mentes, en su curso predeterminado, pasan continuamente por distintas etapas que se corresponden en forma estricta, como si se tratara de diferentes relojes que marcan la misma hora sin estar causalmente conectados. Menciono esta doctrina para mostrar que el misticismo matemático de Pitágoras ha encontrado correspondencia en las filosofías de otros grandes matemáticos.

El racionalismo de Leibniz, aun cuando inspirado en la ciencia matemática, es especulación en forma de razonamiento lógico y abandona la sólida base sobre la que se ha levantado la ciencia moderna: la observación empírica. Su desprecio por el componente empírico del conocimiento llevó a Leibniz a la creencia de que todo conocimiento es lógica. Aun cuando vio la naturaleza analítica de la lógica deductiva, creyó que la lógica podía no sólo suministrar el conocimiento empírico sino aun tomar su lugar. Hay verdades de hecho, esto es, verdades empíricas y verdades de razón, esto es, verdades analíticas; esta distinción, empero, es sólo consecuencia de la ignorancia humana, y si pudiéramos poseer un conocimiento perfecto, como Dios lo posee, veríamos que todo lo que sucede es lógicamente necesario. Por ejemplo, Dios pudo deducir del concepto de Alejandro que era rey y que conquistaría el Oriente. Esta interpretación analítica del conocimiento empírico es una confusión racionalista que se ha cometido una y otra vez con la esperanza de explicar de ese modo la física matemática. Es posible que

podamos definir un concepto Alejandro en tal forma que toda la historia del hombre se obtenga analíticamente de él; pero no nos sería posible nunca saber por pura lógica si el Alejandro individual observado se identificaría correctamente con ese concepto. En otras palabras, el juicio de que el individuo observable tiene las propiedades expresadas en el concepto sería un juicio sintético y estaría sujeto a todas las incertidumbres del conocimiento empírico. No pueden eludirse los problemas del empirismo refugiándose en la lógica analítica.

Leibniz no conoció un sistema de empirismo radical; cuando murió, Hume tenía cinco años de edad. Conocemos su crítica de Locke, en la que se rehúsa a aceptar su principio de que todos los conceptos se derivan de la percepción sensible; los conceptos que suponen necesidad, dice él, son innatos en nosotros. Este argumento ha perdido interés, ya que el problema central del empirismo se considera ser hoy no el principio del origen empírico de los conceptos de Locke, sino el principio de Hume de que la experiencia es el único juez de la verdad de los juicios sintéticos, que conduce a la consecuencia de que las predicciones no pueden justificarse. Sería más interesante, por lo tanto, que supiéramos qué es lo que Leibniz habría respondido a Hume. Es posible que hubiera aceptado el principio de la inducción de Hume, pero lo habría considerado como limitado al uso de los humanos; el problema de la inducción, habría dicho, no existe para Dios. Y ésa no es respuesta, ni aun si la palabra de Dios se usa como sinónimo de "lógico perfecto", ya que la tesis de Leibniz sobre una reducción del conocimiento empírico a conocimiento analítico no puede aceptarse. El racionalismo de un juicio analítico *a priori* no puede resolver el problema de Hume. No parece muy probable, sin embargo, que la incisiva crítica de David Hume hubiera cambiado las opiniones de Leibniz, quien estaba demasiado preocupado con la búsqueda de la certeza para vencer las ilusiones del racionalismo.

Tocó a Kant —quien era sólo trece años menor que Hume pero cuyos principales escritos no aparecieron hasta después de la muerte de éste— dar la respuesta del racionalismo a Hume. He explicado ya la filosofía d§ la síntesis *a priori* de Kant en el capítulo m. Esta filosofía tiene el mérito de evitar la incomprensible pretensión de Leibniz de haber reducido el conocimiento acerca del mundo a un conocimiento analítico. Veamos, entonces, cómo intenta responder a Hume el racionalismo de la síntesis *a priori*. /

Según Kant, el principio de causalidad es un juicio sintético *a priori*. Afirma que sabemos con seguridad que todo acontecimiento tiene una causa;

lo único que queda a la observación es encontrar la causa individual. Permítaseme usar una ilustración que Kant podría haber utilizado: cuando vemos las mareas del océano en su ritmo periódico, sabemos por la razón pura que este acontecimiento tiene una causa. Lo que la observación, en combinación con las inferencias inductivas, nos enseña es simplemente el hecho de que en este caso la causa nos la ofrece la posición de la luna. La inferencia inductiva, por lo tanto, se limita a hallar las leyes físicas individuales, pero no se emplea para el establecimiento de las verdades generales de la física, tales como el principio de causalidad, que nos son brindadas por la razón. Como sabemos con seguridad que hay una causa, la inducción se justifica como el instrumento para encontrarla. Kant cree haber superado con este argumento la crítica de la inducción de Hume. La certeza del juicio sintético *a priori* se erige ahí donde el empirista se queda en el escepticismo: tal es la esencia de la filosofía de Kant.

Cuesta trabajo ver cómo Kant podía considerar esta teoría como el despertar del sueño dogmático. El argumento de Kant no responde a la pregunta de Hume. Si Hume hubiera vivido para leer la *Crítica de la razón pura*, habría respondido a Kant: “¿En qué forma nos ayuda el saber que hay una causa si queremos saber cuál es esa causa? Es verdad, si supiéramos que no hay causas no tendría sentido buscar una; pero ése no es nuestro caso. No sabemos si hay una causa o no; en esta situación hacemos inferencias inductivas, basadas en la observación, y llegamos a la conclusión, digamos, de que la luna es la causa de las mareas. Esta inferencia inductiva es la que yo pongo en duda; y seguiría siendo igualmente dudosa si se me pudiera demostrar el juicio general de que hay una causa. A propósito, la prueba de usted sobre el principio general me parece a mí inaceptable”.

Permítaseme ampliar esta defensa imaginaria de Hume con una ilustración. Supongamos que alguien busca oro en el Perú, pero no sabe dónde debe excavar. Si usted le dice: “Sí, hay oro en el Perú”, ¿le ayudaría eso? No se encuentra en mejor situación que antes; lo que él quiere saber es si del lugar donde está excavando sacará oro. No puede excavar en todo el territorio del Perú. Si supiera que hay oro dentro de una cierta área pequeña de tierra, podría excavar parte por parte, y encontraría el oro después de un cierto número de intentos. Pero el Perú es muy grande para que se puedan realizar intentos interminables, y, por lo tanto, el conocimiento de la mera existencia de oro es inútil. Si se le dijera que no hay oro en el Perú, esta información sería muy valiosa para él y cesaría de excavar; decirle que hay

oro en el Perú le ayuda tanto como decirle que no se sabe si hay oro en el Perú o no.

Quisiera hacer esta crítica de Kant más precisa. Kant subrayó siempre que buscaba los supuestos lógicos del conocimiento, distinguiéndolos de los supuestos psicológicos. “No puede haber duda de que todo nuestro conocimiento principia con la experiencia… pero esto no quiere decir que todo él se derive de la experiencia”. Es así como inicia su *Crítica de la razón pura*. Aplicado al problema de la causalidad, este argumento querría decir que llegamos a la noción de causa encontrando causas particulares, pero que el conocimiento del principio general de la causalidad no se deriva lógicamente de la experiencia. Este principio, alega Kant, es el supuesto lógico de toda ley causal particular; por lo tanto, debe considerarse como verdadero si queremos encontrar estas leyes causales particulares.

El término “supuesto lógico” significa relación lógica; quiere decir que si la ley causal particular es verdadera, entonces la ley causal general es verdadera. Pero este juicio necesita limitarse. Para que la causalidad sea válida respecto a una clase de acontecimientos, no necesita ser válida respecto a otras clases. Todo lo que puede decirse es que, si la ley causal particular es verdadera, hay una causa en este caso. Sólo en esta forma restringida puede plantearse una implicación. En consecuencia, el supuesto lógico de una ley causal particular no es el principio general de causalidad, sino un principio correspondiente expresado sólo para el acontecimiento que se investiga.

Debe preguntarse qué es lo que puede derivarse de esta implicación restringida. Si se ha encontrado la causa particular, entonces hay una causa para este acontecimiento. De esta implicación, opina Kant, puede derivarse la conclusión siguiente: si se busca la causa particular —digamos, la causa de las mareas—, se tiene que suponer que hay una causa. De otro modo, sostiene Kant, no tendría sentido buscarla.

Éste es un argumento falaz. Si buscamos una causa particular, no necesitamos suponer que hay una. Podemos dejar esta cuestión pendiente, como la cuestión de cuál es la causa. Sólo en caso de que supiéramos que no hay ninguna causa no sería razonable buscar una causa particular. Pero si no se sabe nada sobre si hay una causa o no, podemos buscar al mismo tiempo la causa particular y la respuesta a la cuestión de si la hay. Sabemos, si logramos encontrar una causa particular, que hemos demostrado que hay una causa para el caso considerado. Esta simpleza es todo lo que queda del argumento de Kant. La verdad del juicio sobre la causa particular presupone la verdad del

juicio de que hay una causa, pero la *búsqueda* de la verdad del primero no presupone la verdad del segundo.

Este análisis resuelve al mismo tiempo lá cuestión del principio general de causalidad, según el cual todos los acontecimientos tienen causas. Un juicio tan general ciertamente no es el supuesto lógico de la ley causal particular que se investiga en un momento dado. Entraría en vigencia sólo cuando las leyes causales de todos los acontecimientos se investigaran. Extendiendo los resultados anteriores a este caso general, se puede decir lo siguiente: si se hubieran encontrado leyes causales para todos los acontecimientos, entonces todos los acontecimientos tendrían causas; pero la *búsqueda* de todas estas leyes causales no obliga a presuponer que todos los acontecimientos las tengan. La segunda cuestión puede dejarse pendiente y se podrá contestar cuando la búsqueda haya sido afortunada en todos los casos.

Por lo tanto, el programa kantiano de encontrar un juicio sintético *a priori* descubriendo los supuestos lógicos del conocimiento se viene abajo. El hecho de que sean los supuestos del conocimiento científico no los valida. Si queremos saber si son verdaderos o no, tendríamos que demostrar primero que el conocimiento científico es verdadero. La verdad de los supuestos, por lo tanto, no queda mejor establecida que la del conocimiento científico. Este simple análisis lógico demuestra que la filosofía de los juicios sintéticos *a priori* de Kant es insostenible.

La interpretación racionalista de la física clásica no resolvió los problemas planteados por la interpretación empirista; tal es el resultado de toda esta discusión. La precisión matemática de la física no debe hacemos creer que métodos deductivos podrían explicar todas las operaciones del pensamiento que intervienen en la construcción de esta ciencia. Además de la deducción, el físico necesita de la inducción, ya que parte de observaciones y predice otras observaciones. La predicción de observaciones futuras es a la vez su meta y la prueba de verdad de sus hipótesis. Al construir un intrincado sistema de inferencias deductivas e inductivas, la física clásica había llevado los métodos de predicción a un alto grado de eficiencia pero ni el físico ni el filósofo, podían dar la respuesta a la pregunta de por qué debemos confiar en estos métodos en su aplicación a posteriores predicciones.

Al fin del siglo XVIII la filosofía de la física había llegado a un callejón sin salida. El abrumador sistema de conocimiento que la mente humana había acumulado seguía siendo incomprensible. La franca aceptación de esto por el empirista Hume se muestra como una actitud superior a la pretensión del

racionalista Kant de que los fundamentos de la física son producto de la razón.

Los físicos mismos no se dieron cuenta de este estancamiento. Continuaron realizando observaciones y elaborando teorías, yendo de éxito en éxito, hasta que también ellos llegaron a un callejón sin salida. De aquí nació una nueva física, en cuyo proceso de aparición también pudo salirse del atascadero filosófico. Estos desarrollos pueden presentarse en el panorama de los siglos XIX y XX.

Segunda parte

LOS RESULTADOS DE LA FILOSOFÍA CIENTÍFICA

VII. EL ORIGEN DE LA NUEVA FILOSOFÍA

ANTE el error sólo podemos pedir una explicación psicológica; la verdad exige un análisis lógico. La historia de la filosofía especulativa es la historia de los errores de los hombres que plantearon preguntas que no podían contestar; las respuestas que a pesar de ello dieron pueden explicarse sólo por motivos psicológicos. La historia de la filosofía científica es la historia del desarrollo de los problemas. Los problemas no se resuelven por medio de vagas generalidades, o por medio de pintorescas descripciones sobre las relaciones, entre el hombre y el mundo, sino por medio del trabajo técnico. Este trabajo es realizado por las ciencias y, a decir verdad, el desarrollo de los problemas debe buscarse en la historia de las ciencias individuales. Los sistemas filosóficos, en el mejor de los casos, han reflejado la situación del conocimiento científico de su época; pero no han contribuido al desenvolvimiento de la ciencia. El desarrollo lógico de los problemas es labor del científico; su análisis técnico, aun cuando a menudo se halla dirigido hacia pequeños detalles y rara vez se realiza con propósitos filosóficos, ha ampliado la comprensión del problema hasta que, con el tiempo, el conocimiento técnico fue lo suficientemente completo para poder dar respuesta a las preguntas filosóficas.

El trabajo científico es un trabajo de grupo; las aportaciones de los individuos a la solución de un problema pueden ser mayores o menores, pero siempre serán pequeñas comparadas con la cantidad de trabajo dedicada al problema por el grupo. Hay grandes matemáticos, físicos y biólogos; pero ni aun el más grande de ellos podría haber realizado su trabajo sin la preparación de generaciones precedentes o sin el auxilio de sus contemporáneos. La magnitud del trabajo técnico necesario para la solución de un problema supera las capacidades del científico individual. Eso es verdad no sólo por lo que se refiere al laborioso trabajo de investigación en observaciones y experimentos, sino por la construcción lógica y matemática de una teoría. El carácter social del trabajo científico es la razón de su fuerza; la limitada capacidad del individuo se halla complementada por las posibilidades del grupo, los yerros del individuo son corregidos por sus compañeros de trabajo, y la resultante de las aportaciones de los múltiples individuos inteligentes es una especie de inteligencia suprapersonal de conjunto, capaz de descubrir respuestas que un solo individuo jamás encontraría.

Estas consideraciones pueden explicar por qué la segunda parte de mi libro sigue un plan diferente del de la primera. Los capítulos de la primera parte fueron desenvueltos alrededor de las fuentes psicológicas del error; los de la segunda tratan de problemas. Para ser históricamente completo, tendría que iniciar las líneas de desarrollo desde la Antigüedad. Pero para los propósitos de este libro basta con una breve reseña de los tiempos antiguos; los desarrollos esenciales que conciernen al filósofo se inician en el siglo XIX.

La historia de la ciencia del siglo XIX brinda al filósofo perspectivas de enorme alcance. La abundancia de descubrimientos técnicos se halla igualada por una gran riqueza de análisis lógico. Fue sobre las bases de la nueva ciencia donde se erigió la nueva filosofía. Esta nueva filosofía principió como un subproducto de la investigación científica. El matemático, el físico o el biólogo que querían resolver los problemas técnicos de su ciencia se vieron en la imposibilidad de encontrar una solución sin haber respondido antes a ciertas cuestiones más generales, filosóficas. Pero se encontraban en la ventajosa situación de que podían entregarse a la búsqueda de estas respuestas filosóficas libres del lastre de la preocupación de un sistema filosófico. Podían hallar así, para cada problema, una respuesta por derecho propio. No les importaba combinar respuestas dentro de un limpio sistema filosófico, ni tampoco que sus resultados pudieran derivarse de alguna doctrina general sancionada por uno de los nombres registrados en la historia de la filosofía. Y de este modo, conducidos por la lógica de los problemas, hallaron respuestas de las que nunca se había oído en la historia de la filosofía.

El plan de este libro es recoger estos resultados y presentarlos en todas sus recíprocas relaciones. Con la sinopsis de las respuestas científicas a los problemas filosóficos, se traza el esquema general de un sistema filosófico, no en el sentido de la creación especulativa de una mente caprichosa, sino en el de una ordenada totalidad a la que se puede llegar sólo como resultado del trabajo de conjunto.

El siglo XIX ha sido con frecuencia el blanco del desprecio del historiador. Los autores para quienes la gran personalidad de un individuo —el genio— constituye el objetivo del desarrollo histórico, que miden la importancia de un periodo con una escala graduada en cifras de cerebros brillantes, han hablado con menosprecio de un siglo cuyo aspecto cultural no se halla determinado por sus poetas, pintores o filósofos. Comparado con el Renacimiento, o con las eras del clasicismo literario de Inglaterra, Francia y Alemania, el siglo de la ciencia y de la industria ofrece el aspecto incoloro de una civilización que lucha por alcanzar la uniformidad y la mecanización. La producción en masa

en lugar de la creación del artista; la satisfacción en masa en lugar de las normas del gusto de una nobleza intelectual; el trabajo mental en equipo en lugar de la labor creadora del pensador individual: tales son las etiquetas que la interpretación romántica de la historia tiene siempre reservadas para el siglo XIX.

Pero la historia de la era de la ciencia y de la industria nunca será comprendida por el romántico. Los logros intelectuales del siglo XIX no pueden ser apreciados en términos de grandes personalidades —aun cuando estas personalidades existan—, porque la contribución de un individuo, por notable que sea, es pequeña en comparación con el producto del conjunto. El número de descubrimientos científicos realizados por medio del trabajo de conjunto durante este periodo es asombroso. El periodo que principió con la máquina de vapor y el descubrimiento de la corriente eléctrica, que continuó con la invención del ferrocarril, el generador eléctrico, la radio, el aeroplano, y que en nuestros días ha culminado con el transporte a velocidad supersónica y el uso de la energía atómica, no es sólo una marcha triunfal de descubrimientos industriales. Representa, al mismo tiempo, una línea de rápido progreso de los poderes del pensamiento abstracto. Ha conducido a construcciones puramente teóricas de la más alta perfección, como la teoría de la evolución de Darwin o la teoría de la relatividad de Einstein, pongamos por caso; y además ha ejercitado a la mente humana en la comprensión de relaciones lógicas que habrían parecido incomprensibles al hombre culto de siglos anteriores.

El desarrollo del poder de la abstracción acompaña necesariamente a una civilización industrial. El ingeniero que diseña máquinas o aeroplanos no es lo mismo que el mecánico que hace la máquina o el aeroplano en el taller; para él, su producto existe completamente en su imaginación, materializado sólo en forma de planos antes que pueda convertirse en una realidad concreta. El físico que experimenta en su laboratorio tiene ante sí un laberinto de alambres, tubos de vidrio y barras de metal; pero dentro de este laberinto ve un orden de circuitos eléctricos y controla sus operaciones manuales en tal forma que resulten observaciones que revelen leyes generales de la naturaleza. El matemático, provisto de papel y pluma, obtiene cifras que determinan la construcción de puentes o aeroplanos o rascacielos. Nunca en la historia de la humanidad la civilización había exigido un adiestramiento intelectual tan intenso de quienes trabajan para ella.

La filosofía del siglo XIX es el producto de este poder de abstracción. No brinda las persuasivas soluciones de los sistemas que hablan en un lenguaje

de imágenes y que atraen a los anhelos estéticos. Ofrece respuestas comprensibles sólo a la mente diestra en el pensamiento abstracto; exige que sus discípulos estudien cada parte con la precisión del ingeniero y el discernimiento del matemático. Pero para quienes estén dispuestos a someterse a estos requerimientos ofrece la recompensa de una penetración intelectual de sorprendentes proporciones. Responde a las preguntas que los fundadores de las grandes escuelas filosóficas no pudieron contestar; con frecuencia, sin embargo, tiene primero que poner la pregunta en un lenguaje diferente para hacer posible una respuesta. Demuestra que el mundo en que vivimos es de estructura mucho más complicada que la que el filósofo clásico dio por sentada. Y ha desarrollado métodos para estudiar estas estructuras y para hacer comprensible el mundo al entendimiento humano.

Los libros de texto de filosofía generalmente incluyen un capítulo sobre la filosofía del siglo XIX escrito en el mismo tono que los que tratan de la filosofía de los siglos anteriores. Este capítulo menciona nombres como los de Fichte, Schelling, Hegel, Schopenhauer, Spencer y Bergson, y comenta sus sistemas como si fueran creaciones filosóficas situadas en la misma línea de los sistemas de los periodos precedentes. Pero la filosofía de los sistemas termina con Kant, y es un error de la historia de la filosofía el discutir los sistemas posteriores en el mismo nivel que los de Kant o Platón. Los sistemas anteriores reflejaron la ciencia de su tiempo y dieron seudorrespuestas cuando no podían darse otras mejores. Los sistemas filosóficos del siglo XIX fueron construidos en los momentos en que se estaba elaborando una nueva filosofía; son el producto de hombres que no se dieron cuenta de los descubrimientos filosóficos inmanentes a la ciencia de su tiempo y que desarrollaron, bajo el nombre de filosofía, sistemas de ingenuas generalizaciones y analogías. En ocasiones fue el persuasivo lenguaje de sus exposiciones, en otras la sequedad seudocientífica de su estilo, lo que impresionó a sus lectores y contribuyó a su fama. Pero, considerados históricamente, estos sistemas podrían compararse más bien al término de un río que después de correr por fértiles tierras terminara por secarse en el desierto.

La historia de la filosofía, que hasta Kant se manifestó en la forma de sistemas filosóficos, debe considerarse continuada después de Kant no por los seudosistemas de los imitadores de un gran pasado, sino por la nueva filosofía nacida de la ciencia del siglo XIX y proseguida en el siglo XX. Dentro del breve periodo de su existencia, esta filosofía ha sufrido un rápido desenvolvimiento, marcado por el progreso de la ciencia durante el mismo periodo. En particular los resultados derivados de la teoría de la relatividad de

Einstein y la teoría cuántica de Planck caen enteramente dentro del siglo XX, que, en consecuencia, ofrece un aspecto filosófico que difiere considerablemente del siglo XIX. La revolución del pensamiento científico, por la cual se elogia tanto a la ciencia del siglo XX, no es, sin embargo, más que una consecuencia natural de los desarrollos iniciados en el siglo XIX y se la debe considerar, con mayor justeza, una evolución rápida.

Así como la nueva filosofía se originó como un subproducto de la investigación científica, los hombres que la elaboraron apenas podrían considerarse como filósofos en el sentido profesional. Eran matemáticos, físicos, biólogos o psicólogos. Su filosofía resultaba de los intentos de dar soluciones a problemas con los que se encontraban en la investigación científica, problemas que desafiaban a los medios técnicos empleados hasta esos momentos y que pedían una revisión de las bases y los objetivos del conocimiento. Rara vez se expresó esta filosofía de un modo detallado o explícito, ni sobrepasó los límites del campo de los intereses particulares de sus originadores. Por el contrario, la filosofía de estos hombres asoma en los prefacios y en las introducciones de sus libros y en ciertas observaciones ocasionales insertadas en exposiciones por lo demás puramente técnicas.

No fue sino hasta el advenimiento de nuestra generación cuando surgió una nueva clase de filósofos, prácticos en la técnica de las ciencias, incluyendo las matemáticas, pero que se concentraron en el análisis filosófico. Estos hombres descubrieron que era indispensable una nueva distribución del trabajo, que la investigación científica no le deja a un hombre tiempo suficiente para el trabajo de análisis lógico e, inversamente, que el análisis lógico exige una concentración que no deja tiempo para el trabajo científico, concentración que debido a su intención de clarificación más que de descubrimiento puede incluso estorbar la productividad científica. El filósofo profesional de la ciencia es el producto de este desarrollo.

El filósofo de la escuela tradicional muchas veces se ha rehusado a reconocer al análisis de la ciencia como filosofía, y continúa identificando la filosofía con la invención de sistemas filosóficos. No se da cuenta de que los sistemas filosóficos han perdido su significación y de que su función ha sido asumida por la filosofía de la ciencia. El filósofo científico no teme este antagonismo. Deja al filósofo anticuado que siga inventando sus sistemas filosóficos —para los que puede haber todavía un lugar dentro del museo filosófico que lleva el nombre de historia de la filosofía—, y se pone a trabajar.

VIII. LA NATURALEZA DE LA GEOMETRÍA

DESDE la muerte de Kant en 1804 la ciencia ha seguido un desarrollo —gradual primero y después en aumento rápido— en el cual abandonó todas las verdades absolutas y las ideas preconcebidas. Los principios que Kant había considerado indispensables para la ciencia, y de naturaleza no analítica, se ha reconocido hoy que son válidos sólo en cierto grado. Se encontró que importantes leyes de la física clásica son aplicables sólo a fenómenos que ocurren en el mundo ordinario. Por lo que respecta a las dimensiones astronómicas e inframicroscópicas, tuvieron que ser sustituidas por leyes de la nueva física, y este hecho demuestra por sí mismo que se trataba de leyes empíricas y no de leyes impuestas en nosotros por la razón. Permítaseme ilustrar esta *desintegración de la síntesis a priori* esbozando el desenvolvimiento de la geometría.

El origen histórico de la geometría, que se remonta a los egipcios, suministra uno de los ejemplos en que los descubrimientos intelectuales han surgido de las necesidades materiales. Las inundaciones anuales del Nilo que fertilizaba el suelo de Egipto causaban dificultades a los propietarios: las líneas de separación entre las tierras eran destruidas todos los años y tenían que ser trazadas nuevamente por medio de mediciones geométricas. Las condiciones geográficas y sociales de su país, por lo tanto, obligaron a los egipcios a inventar el arte de la agrimensura. La geometría surgió así como una ciencia empírica, cuyas leyes eran resultados de observaciones. Por ejemplo, los egipcios sabían por experiencia práctica que si trazaban un triángulo cuyos lados tuvieran respectivamente 3, 4 y 5 unidades de largo, sería un triángulo rectángulo. La prueba deductiva de este resultado fue suministrada mucho después por Pitágoras, cuyo famoso teorema explica el descubrimiento egipcio por el hecho de que la suma de los cuadrados de 3 y 4 es igual al cuadrado de 5.

El teorema de Pitágoras ilustra la contribución que los griegos hicieron a la geometría: el descubrimiento de que la geometría puede construirse como un sistema deductivo, en el cual todo teorema es estrictamente derivable de una serie de axiomas (ver p. 106). La construcción de la geometría en la forma de un sistema axiomático está conectada para siempre con el nombre de Euclides. Su presentación lógicamente ordenada se ha convertido en el

programa de todo curso de geometría y se usaba hasta hace poco tiempo como texto en nuestras escuelas.

Los axiomas del sistema de Euclides parecían tan naturales y obvios, que su verdad se consideraba incuestionable. En este respecto, dicho sistema confirmaba concepciones anteriores, desarrolladas antes que los principios de la geometría tomaran la forma de un sistema ordenado. Platón, quien vivió una generación antes que Euclides por la aparente evidencia interior de los principios geométricos fue conducido a su teoría de las ideas; y ya se explicó, en el capítulo n, que consideraba que los axiomas de la geometría nos eran revelados por un acto de visión, que mostraba las relaciones geométricas como propiedades de los objetos ideales. La larga línea del desarrollo que se inicia con Platón, que no cambió esencialmente esta concepción, concluyó en la más precisa, aun cuando menos poética, teoría de Kant, según la cual los axiomas eran juicios sintéticos *a priori*. Los matemáticos compartían más o menos estos puntos de vista, pero ellos no se hallaban tan interesados en la discusión filosófica de los axiomas como en el análisis de las relaciones matemáticas existentes entre ellos. Trataron de reducir los axiomas a un mínimo demostrando que algunos de ellos se derivaban de otros.

Había en particular un axioma, el axioma de las paralelas, que les disgustaba y que trataron de eliminar. El axioma afirma que por un punto dado una y sólo una paralela puede trazarse con respecto a una línea dada; esto es, que hay una línea y sólo una que no acabe por cortar a una línea dada, estando en el mismo plano. No sabemos por qué razón al matemático le desagradaba este axioma, pero sabemos de muchos intentos, que se remontan a la Antigüedad, hechos con la intención de transformar este axioma en un teorema, es decir, de derivarlo de otros axiomas. Una y otra vez los matemáticos creyeron que habían hallado una forma de derivar de los otros axiomas la proposición acerca de las paralelas. Sin embargo, invariablemente estas pruebas han resultado ser falaces: sin saberlo, los matemáticos habían introducido algún supuesto que no estaba incluido en los otros axiomas, pero que era de igual eficacia que el axioma de las paralelas. El resultado de esto fue que existen principios equivalentes a este axioma. Pero el matemático no tenía más razón para aceptar estos principios equivalentes que para aceptar el axioma de Euclides. Por ejemplo, un principio equivalente al axioma de las paralelas es el principio de que la suma de los ángulos de un triángulo es igual a dos ángulos rectos. Euclides había derivado este principio de su axioma, pero se demostró que, inversamente, el principio de las paralelas es derivable cuando se toma como axioma el principio de la suma de ángulos. Por lo tanto,

lo que en un sistema es un axioma en otro sistema se convierte en un teorema, y viceversa.

El problema de las paralelas había ocupado la atención de los matemáticos por más de dos mil años antes que pudiera hallarse la solución. Cerca de veinte años después de la muerte de Kant, un joven matemático húngaro, Juan Bolyai (1802-1860), descubrió que el axioma de las paralelas no es un elemento necesario de la geometría. Construyó una geometría en que se dejó a un lado el axioma de las paralelas, para ser sustituido por el nuevo de que hay más de una paralela para una línea dada, a través de un punto dado. El mismo descubrimiento fue hecho más o menos al mismo tiempo por el matemático ruso N. I. Lobachevski (1793-1856) y por el matemático alemán K. F. Gauss (1777-1855). A las geometrías construidas de este modo se las llamó *geometrías no euclidianas*. Una forma más general de una geometría no euclidiana, que incluye sistemas en los que no existen líneas paralelas, fue elaborada posteriormente por el matemático alemán B. Riemann (1826-1866).

Una geometría no euclidiana contradice la geometría euclidiana. Por ejemplo, en un triángulo no euclidiano la suma de los ángulos no es de 180 grados. Empero, cada geometría no euclidiana carece de contradicciones internas; es un sistema consistente en el mismo sentido que lo es la geometría de Euclides. Por lo tanto, el sistema único de Euclides es sustituido por una pluralidad de geometrías. Es verdad que la geometría euclidiana se distingue de las otras por el hecho de que es fácilmente accesible a una presentación visual, en tanto que parece imposible representar una geometría en la que hay más de una paralela a una línea, que pase por un punto dado. Pero a los matemáticos no les preocupaban mucho los problemas sobre la representación y consideraron los diferentes sistemas geométricos como poseedores de la misma validez matemática. De acuerdo con esta actitud objetiva del matemático, dejaré para después la discusión sobre la representación, hasta haber visto otros problemas.

La existencia de una pluralidad de geometrías exigió un nuevo tratamiento del problema de la geometría del mundo físico. Mientras había sólo una geometría, la euclidiana, no había duda sobre la geometría del espacio físico. No existiendo otra posibilidad, naturalmente se consideraba la geometría de Euclides como la geometría aplicable a la realidad física. Correspondió a Kant el mérito de haber subrayado más que otros la necesidad de dar una explicación para la coincidencia entre la geometría matemática y la física, y su teoría de los juicios sintéticos *a priori* debe considerarse como el gran esfuerzo de un filósofo para explicar esta coincidencia. Con el descubrimiento

de una pluralidad de geometrías la situación cambió completamente. Al ofrecérsele al matemático una variedad de geometrías, surgió el problema de cuál de ellas era la del mundo físico. Y era natural que este problema no pudiera ser resuelto por la razón, sino por la observación empírica.

El primero en llegar a esta conclusión fue Gauss. Después de su descubrimiento de la geometría no euclidiana trató de realizar una prueba empírica por medio de la cual habría de determinarse la geometría del mundo físico. Para esto, midió los ángulos de un triángulo cuyos vértices correspondían a las cimas de tres montañas. Cuidadosamente, Gauss expresó sus resultados de la siguiente manera: que dentro de lo errores de la observación el principio euclidiano era verdadero, o en otras palabras, que si hubiera una desviación de la suma angular de 180 grados, los errores inevitables de la observación harían imposible el poder demostrar su existencia. Si el mundo no era euclidiano, estaba regido por una geometría no euclidiana tan ligeramente distinta de la euclidiana, que diferenciar las dos era imposible.

Pero la medición de Gauss exige alguna discusión. El problema de la geometría del espacio físico es más complicado de lo que Gauss supuso, y no puede resolverse de un modo tan sencillo.

Supongamos por un momento que el resultado de Gauss hubiera sido positivo y que la suma angular del triángulo que midió hubiera sido diferente de 180 grados. ¿Se concluiría de esto que la geometría del mundo es no euclidiana?

Hay una forma de evitar esta consecuencia. La medición de ángulos entre dos objetos distantes se realiza observando los objetos a través de las lentes de un teodolito o de un instrumento parecido. De este modo se usan los rayos de luz que van de los objetos al instrumento de observación para definir los lados del triángulo. ¿Cómo sabemos que los rayos de luz siguen en su movimiento líneas rectas? Podría sostenerse que no las siguen, que su camino es una línea curva, y que la medición de Gauss no se realizó sobre un triángulo de lados rectos. Siendo así, la medición no fue concluyente.

¿Hay forma de probar la nueva suposición? Una línea recta es la distancia más corta entre dos puntos. Si el camino del rayo de luz sigue una línea curva, debe poderse unir el punto inicial con el punto final por otra línea más corta que la del camino del rayo de luz. Esta medición podría hacerse, en principio al menos, con la ayuda de varas de medir. Las varas tendrían que llevarse a lo largo del camino del rayo de luz y luego a lo largo de otras líneas de unión. Si

hubiera una línea de unión más corta entre los dos puntos, se encontraría después de varios intentos.

Supongamos que la prueba se realizó y que fue negativa, esto es, que encontramos que el camino del rayo de luz es la conexión más corta entre los dos puntos. ¿Demostraría este resultado, en combinación con la medición anterior de la suma angular, que la geometría es euclidiana?

No es difícil ver que la situación es tan indecisa como antes. Pusimos en tela de juicio el comportamiento de los rayos de luz y lo comprobamos por mediciones realizadas con varas sólidas. Podemos dudar ahora del comportamiento de las varas. La medición de una distancia es correcta sólo en el caso de que la vara no cambie de longitud al ser transportada de un punto a otro. Podríamos suponer que la vara, al ser llevada por el camino de un rayo de luz, se dilata por alguna fuerza desconocida; así, es menor el número de varas que cubren la longitud del camino, y el valor numérico que se obtiene para la distancia es demasiado pequeño. Así, creeríamos que el camino del rayo de luz era menor que otros caminos, cuando en realidad era más largo. En consecuencia, la prueba de si una línea es la distancia más corta depende del comportamiento de las varas de medición. ¿Cómo podemos probar que una vara maciza es realmente maciza, esto es, que no se dilata ni se contrae?

Transportamos una vara sólida de un lugar a otro más lejano. ¿Sigue siendo de la misma longitud? Para poder comprobar su longitud tendríamos que emplear otra vara. Supongamos que en el punto inicial las dos varas tienen la misma longitud cuando se coloca la una sobre la otra, y luego una se lleva a otro lugar. ¿Tienen ahora las dos varas la misma longitud? Es algo que no podemos responder. Para poder comparar las varas tendríamos o que llevar al punto de partida la vara que se transportó, o la que permaneció inmóvil a donde se llevó la primera, ya que una comparación entre las longitudes es posible sólo cuando una vara se coloca sobre la otra. De este modo encontraríamos que también tienen la misma longitud cuando las dos se encuentran en el segundo punto. Pero no hay modo de saber si las dos varas son iguales cuando se encuentran en diferentes lugares.

Podría objetarse que hay otros medios de comparación. Por ejemplo, si una vara cambia de longitud al ser transportada, descubriríamos el cambio comparándola con la longitud de nuestros brazos. Para eliminar esta objeción supongamos que las fuerzas que hacen que los cuerpos en movimiento se contraigan o se dilaten son universales, es decir, que todos los cuerpos físicos, incluyendo los cuerpos humanos, cambian de longitud en la misma forma. Es evidente, entonces, que no podría observarse ningún cambio.

El problema que estudiamos ahora es el problema matemático de la congruencia. Debe apreciarse que no hay modo de probar la congruencia. Supongamos que durante la noche todos los cuerpos físicos, incluso nuestros propios cuerpos, se hicieran diez veces mayores. Al despertar esta mañana no podríamos ya probar esta suposición. En realidad nunca podemos comprobarlo. Las consecuencias de este cambio, de acuerdo con las condiciones expuestas, no pueden observarse, y en consecuencia no podemos hallar ningún testimonio ni en pro ni en contra. Tal vez todos somos hoy diez veces más altos que ayer.

Sólo hay un camino para escapar de estas ambigüedades: considerar el problema de^la congruencia no como una cuestión de observación, sino de definición. No debemos decir que “dos varas situadas en lugares diferentes *son* iguales”, sino que *llamamos* iguales a estas dos varas. El cambio de lugar de las varas de medición macizas define la congruencia. Esta interpretación elimina los problemas irrazonables que antes se han mencionado. Ya no tiene sentido preguntar si hoy somos diez veces más altos que ayer; *llamamos* a nuestra altura de hoy igual a la de ayer y a nada conduce que nos preguntemos si realmente es la misma. A las definiciones de esta clase se las llama *definiciones coordinadoras*. Coordinan un objeto físico, una vara maciza, con el concepto “igual longitud”, especificando así su denotación. Esta característica explica el nombre.

En consecuencia los enunciados sobre la geometría del mundo físico tienen sentido sólo después de haber expuesto una definición coordinadora. Si cambiamos la definición coordinadora de congruencia, resulta una geometría diferente. A esto se le llama la *relatividad de la geometría*. Para ilustrarla, supongamos nuevamente que la medición de Gauss diera por resultado una desviación de la suma angular de 180 grados y que las mediciones con las varas macizas confirmaron que los rayos de luz son la distancia más corta. Nada nos impediría, a pesar de eso, que siguiéramos considerando la geometría de nuestro espacio como euclidiana. Diríamos que los rayos de luz son líneas curvas y que las varas se dilataron; y podríamos calcular la magnitud de estas deformaciones en forma tal que la congruencia “corregida” condujera a una geometría euclidiana. Pueden considerarse las distorsiones como el efecto de fuerzas que varían de un lugar a otro, pero que obran del mismo modo en todos los cuerpos y rayos de luz, y son por lo tanto *fuerzas universales*. La aceptación de estas fuerzas simplemente significa un cambio en la definición coordinadora de la congruencia. Esta consideración demuestra que no hay sólo una descripción geométrica del mundo físico, sino

que existe una clase de *descripciones equivalentes*; cada una de estas descripciones es verdadera, y las diferencias aparentes entre ellas no residen en su contenido, sino sólo en el lenguaje en que se formulan.

A primera vista este resultado tiene el aspecto de una confirmación de la teoría del espacio de Kant. Si toda geometría puede aplicarse al mundo físico, parece que la geometría no expresa una propiedad del mundo físico sino que es puramente un agregado subjetivo realizado por el observador humano, que de este modo establece un orden entre los objetos de su percepción. Los neo-kantianos han utilizado este argumento en defensa de su filosofía; y se utilizó también en una concepción filosófica denominada *convencionalismo*, introducida por el matemático francés Henri Poincaré, según el cual la geometría no es sino producto de una convención, y, por lo tanto, carece de sentido el enunciado que trata de describir la geometría del mundo físico.

Un examen más detenido demuestra que el argumento es insostenible. Aun cuando puede usarse todo sistema geométrico para describir la estructura del mundo físico, el sistema geométrico por sí solo no describe la estructura completamente. La descripción será completa sólo en el caso de que incluya un juicio sobre el comportamiento de los cuerpos sólidos y los rayos de luz. Cuando a dos descripciones las llamamos equivalentes, o igualmente verdaderas, nos referimos a descripciones completas en este sentido. Entre las descripciones equivalentes habrá una, y sólo una, en que no se llame a los cuerpos sólidos y a los rayos de luz "deformados" por fuerzas universales. Llamaré a esta descripción *sistema normal*. Puede preguntarse ahora cuál es la geometría que conduce al sistema normal; y a esta geometría se la puede llamar *geometría natural*. Evidentemente, la pregunta sobre la geometría natural, esto es, la geometría para la que los cuerpos sólidos y los rayos de luz no se deforman, puede responderse sólo por medio de la investigación empírica. En este sentido el problema de la geometría del espacio físico es un problema empírico.

El sentido empírico de la geometría puede ilustrarse por referencia a otros conceptos relativos. Si un neoyorquino dice "la Quinta Avenida está a la izquierda de la Cuarta Avenida", este juicio no es ni verdadero ni falso, a menos que se especifique la dirección desde la cual ve estas calles. Sólo el enunciado completo: "la Quinta Avenida está a la izquierda de la Cuarta Avenida mirando desde el sur" es comprobable; y equivale al enunciado: "la Quinta Avenida está a la derecha de la Cuarta Avenida mirando desde el norte". Conceptos relativos como "a la izquierda de" o "a la derecha de" pueden, por lo tanto, usarse muy bien en la formulación del conocimiento

empírico, pero debe tenerse cuidado de que la formulación incluya el punto de referencia. En este mismo sentido, la geometría es un concepto relativo. Podemos hablar de la geometría del mundo físico sólo después de haber dado una definición coordinadora de la congruencia. Pero con esa condición puede emitirse un enunciado empírico sobre la geometría del mundo físico. Cuando hablamos de geometría física, se entiende, pues, que antes se ha sentado una definición coordinadora de la congruencia.

Poincaré tenía razón si lo que quería decir era que la aceptación de una descripción de la clase de las descripciones equivalentes es cuestión de convención. Pero estaba equivocado si creía qué la determinación de la geometría natural, en el sentido definido, es cuestión de convención. A esta geometría puede llegarse sólo empíricamente. Parece que Poincaré creía erróneamente que la vara "sólida" —y, por tanto, la congruencia— pueden definirse sólo con la condición de que la geometría resultante sea euclidiana. Por esa razón decía que si las mediciones de triángulos dieran una suma angular diferente de 180 grados, el físico *debería* hacer correcciones en los caminos de los rayos de luz y en la longitud de las varas sólidas, porque de otro modo no podría indicar qué es lo que quería decir con longitud igual. Pero Poincaré pasó por alto el hecho de que esta condición podría obligar al físico a suponer fuerzas universales[*], y de que, a la inversa, la definición de la congruencia puede darse con el requisito de que las fuerzas universales se excluyan. Usando esta definición de la congruencia puede hacerse un enunciado empírico sobre la geometría.

Quisiera explicar un poco más mi crítica de Poincaré, porque recientemente el profesor Einstein ha hecho una ingeniosa defensa del convencionalismo por medio de una conversación imaginaria entre Poincaré y yo[*]. Como sostengo que no puede haber diferencias de opinión entre filósofos matemáticos si las opiniones se expresan con claridad, quiero expresar mi concepción de tal modo que pueda convencer, si no a Poincaré, cuando menos a Einstein, por cuya obra científica desde luego siento tanta admiración como la que él ha expresado tan encantadoramente por la obra de Poincaré.

Supongamos que las observaciones empíricas son compatibles con las dos descripciones siguientes:

CLASE I

a) La geometría es euclidiana, pero hay fuerzas universales que deforman los rayos de luz y las varas de medir.

b) La geometría es no euclidiana y no hay fuerzas universales.

Poincaré tiene razón cuando dice que cada una de estas descripciones puede considerarse como verdadera, y que sería erróneo tomarlas como diferentes, ya que se trata simplemente de lenguajes distintos que describen la misma situación.

Ahora supongamos que, en un mundo diferente o en una parte diferente de nuestro mundo, se hicieran observaciones empíricas compatibles con las dos descripciones siguientes:

CLASE II

a) La geometría es euclidiana y no hay fuerzas universales.

b) La geometría es no euclidiana, pero hay fuerzas universales que deforman los rayos de luz y las varas de medir.

Una vez más Poincaré tiene razón cuando dice que estas dos descripciones son verdaderas; se trata de descripciones equivalentes.

Pero Poincaré estaría equivocado si dijera que los dos mundos I y II son el mismo, ya que son objetivamente diferentes. Aun cuando para cada mundo existe una clase de descripciones equivalentes, las diferentes *clases* no tienen un mismo valor de verdad. Sólo una clase puede ser verdadera para un tipo dado de mundo; cuál, es algo que sólo la observación empírica puede decir. El convencionalismo ve solamente la equivalencia de las descripciones dentro de una clase, pero no alcanza a reconocer las diferencias entre las clases. La teoría de las descripciones equivalentes, sin embargo, nos permite describir el mundo objetivamente adscribiendo verdad empírica a sólo una clase de descripciones, aun cuando dentro de cada clase todas las descripciones tengan igual valor de verdad.

En lugar de usar clases de descripciones, es conveniente separar, en cada clase, una descripción como *sistema* normal y usarlo como representativo de toda la clase. De este modo, podemos escoger como sistema normal la descripción para la cual las fuerzas universales desaparecen, y denominarla *geometría natural*. A propósito, no podemos ni siquiera probar que debe haber un sistema normal; que en nuestro mundo haya uno, y sólo uno, es algo que debe considerarse como un hecho empírico. (Por ejemplo, podría suceder

que la geometría de los rayos de luz fuera diferente de la de los cuerpos sólidos).

Por lo tanto, la teoría de las descripciones equivalentes no descarta un sentido empírico de la geometría; simplemente exige que expongamos la estructura geométrica del mundo físico con algunas condiciones, a saber, en forma de un enunciado sobre la geometría natural. En este sentido el experimento de Gauss presenta importante evidencia empírica. La geometría natural del espacio que nos rodea, dentro de la exactitud que nos es posible, es euclidiana; o, en otras palabras, los cuerpos sólidos y los rayos de luz de nuestro mundo circundante se comportan de acuerdo con las leyes de Euclides. Si el experimento de Gauss hubiera conducido a diferentes resultados, si hubiera revelado una desviación mensurable con respecto a las relaciones euclidianas, la geometría natural de nuestros contornos terrestres sería diferente. Para poder sostener una geometría euclidiana habríamos tenido entonces que recurrir a la suposición de fuerzas universales que deformaran de un modo peculiar los rayos de luz y los cuerpos que cambian de lugar. Que la geometría natural de nuestro mundo circundante sea euclidiana debe considerarse como un afortunado resultado empírico.

Estas consideraciones nos permiten mostrar ahora las adiciones que Einstein hizo con respecto al problema del espacio. De su teoría general de la relatividad derivó la conclusión de que en las dimensiones astronómicas la geometría natural del espacio es no euclidiana. Este resultado no contradice la medición de Gauss, según la cual la geometría de las dimensiones terrestres es euclidiana, porque es una propiedad general de una geometría no euclidiana que para las pequeñas áreas sea prácticamente idéntica a la euclidiana. Las dimensiones terrestres son pequeñas en comparación con las dimensiones astronómicas. No nos es posible observar las desviaciones con respecto a la geometría euclidiana por medio de observaciones terrestres, porque dentro de estas dimensiones las desviaciones son muy pequeñas. Las mediciones de Gauss tendrían que hacerse con una exactitud muchos miles de veces mayor, para que se pudiera demostrar la desviación con respecto a la suma angular de 180 grados. Pero esta exactitud está del todo fuera de nuestro alcance y posiblemente seguirá estándolo para siempre. Solamente para triángulos mayores el aspecto no euclidiano sería mensurable, ya que la desviación angular con respecto a los 180 grados aumenta con el tamaño del triángulo. Si pudiéramos medir los ángulos de un triángulo cuyos vértices estuvieran representados por tres estrellas fijas, o mejor, por tres galaxias, realmente podríamos observar que la suma angular es de más de 180 grados. Tendremos

que esperar el establecimiento de los viajes cósmicos antes que pueda realizarse esta prueba directa, ya que tendríamos que visitar cada una de las tres estrellas separadamente para poder medir los tres ángulos. De modo que hemos de conformamos con el uso de métodos indirectos de inferencia, que aun en el estado presente de nuestro conocimiento indican que la geometría estelar es no euclidiana.

Einstein hizo una adición más. De acuerdo con su concepción, la causa de la desviación con respecto a la geometría euclidiana reside en las fuerzas de gravitación que se originan en las masas de las estrellas. En la vecindad de una estrella las desviaciones son mayores que en el espacio interestelar. De este modo Einstein ha establecido una relación entre la geometría y la gravitación. Este sorprendente descubrimiento, que fue confirmado por las mediciones realizadas durante un eclipse de sol y que nunca, antes se había, imaginado, demuestra nuevamente, por si fuera preciso, el carácter empírico del espacio físico.

El espacio no es una forma de ordenación por medio de la cual el observador humano construya su mundo: es un sistema que formula las relaciones de orden que rigen entre los cuerpos sólidos que pasan de un lugar a otro y los rayos de luz, expresando así una característica muy general del mundo físico, que constituye la base de todas las otras medidas físicas. El espacio no es subjetivo, sino real. Éste es el resultado del desarrollo de las matemáticas y la física modernas. Y aun cuando parezca extraño, esta larga línea histórica conduce a fin de cuentas al punto de partida. La geometría principió como una ciencia empírica con los egipcios, se convirtió en ciencia deductiva con los griegos, y finalmente ha vuelto a convertirse en ciencia empírica después de que un análisis lógico de la mayor perfección descubrió una pluralidad de geometrías, una de las cuales, y sólo una, es la geometría del mundo físico.

Esto demuestra que tenemos que distinguir entre geometría matemática y geometría física. Matemáticamente hablando, existen muchos sistemas geométricos. Cada uno de ellos es lógicamente consistente, y eso es todo lo que un matemático puede pedir. No le interesa la verdad de los axiomas, sino las implicaciones que existen entre los axiomas y los teoremas: “Si los axiomas son verdaderos, el teorema es verdadero” ésta es la forma que adoptan los enunciados geométricos hechos por los matemáticos. Pero estas implicaciones son analíticas; son validadas por la lógica deductiva. Por lo tanto, la geometría del matemático es de naturaleza analítica. Sólo cuando las implicaciones se separan y los axiomas y teoremas son considerados

aisladamente, la geometría conduce a enunciados sintéticos. Los axiomas requieren entonces una interpretación por medio de definiciones coordinadoras y así se convierten en juicios sobre objetos físicos; y la geometría adopta de este modo la forma de un sistema que describe el mundo físico. En este sentido, sin embargo, no es de naturaleza *a priori*, sino empírica. No hay síntesis *a priori* en la geometría: o la geometría es *a priori*, y entonces es geometría matemática y analítica, o la geometría es sintética y entonces es geometría física y empírica. La evolución de la geometría culmina en la desintegración de la síntesis *a priori*.

Queda por contestar la cuestión de la representación. ¿Cómo podemos representamos las relaciones no euclidianas en la forma en que podemos ver las relaciones euclidianas? Puede ser cierto que por medio de fórmulas matemáticas podamos tratar con las geometrías no euclidianas; pero ¿podrán igualar en capacidad representativa a la geometría euclidiana?, es decir, ¿podemos ver sus reglas en nuestra imaginación como vemos las reglas euclidianas?

El análisis anterior nos permite responder a esta cuestión satisfactoriamente. La geometría euclidiana es la geometría de nuestro medio físico; por esa razón nuestras concepciones visuales se han ajustado a este medio y obedecen a reglas euclidianas. Si viviéramos en un medio cuya estructura geométrica fuera sensiblemente diferente de la geometría euclidiana, nos ajustaríamos al nuevo medio y aprenderíamos a ver los triángulos y las leyes no euclidianos en la misma forma en que vemos ahora las estructuras euclidianas. Nos parecería natural que los ángulos de un triángulo sumaran más de 180 grados y aprenderíamos a calcular distancias en términos de la congruencia definida por los cuerpos sólidos de ese mundo. Imaginar relaciones geométricas visualmente quiere decir imaginar las experiencias que tendríamos si viviéramos en un mundo donde esas relaciones rigieran. Fue el físico Helmholtz quien explicó la representación de este modo. El filósofo había cometido el error de considerar como visión de ideas, o como leyes de la razón, lo que en realidad no es sino producto del hábito. Fueron necesarios más de dos mil años para descubrir esto; sin el trabajo del matemático y todos sus tecnicismos nunca podríamos haber escapado de los hábitos establecidos ni liberado nuestra mente de las pretendidas leyes de la razón.

El desarrollo histórico del problema de la geometría es un contundente ejemplo de las potencialidades filosóficas contenidas en el desarrollo de la ciencia. El filósofo que pretendió haber descubierto las leyes de la razón hizo

un mal servicio a la teoría del conocimiento: lo que él consideró leyes de la razón era en realidad un condicionamiento de la imaginación humana realizado por la estructura física del medio en el cual los seres humanos viven. El poder de la razón no debe buscarse en reglas que la razón dicte a nuestra imaginación, sino en la capacidad de liberamos de toda clase de reglas a las que nos han condicionado la experiencia y la tradición. Nunca habría sido posible vencer la fuerza de los hábitos establecidos por medio de la pura reflexión filosófica. La versatilidad de la mente humana no pudo manifestarse antes que el científico enseñara las distintas formas de manejar estructuras diferentes a aquellas para las que un larga tradición había ejercitado nuestra mente. En la marcha hacia la comprensión filosófica el científico es el que despeja el camino.

El aspecto filosófico de la geometría se ha reflejado siempre en el curso fundamental de la filosofía; de este modo la filosofía ha recibido una fuerte influencia en su desenvolvimiento histórico del desarrollo de la geometría. El racionalismo filosófico, desde Platón hasta Kant, insistió en que todo conocimiento debe erigirse sobre el modelo de la geometría. El filósofo racionalista había levantado su argumento sobre una interpretación de la geometría que por más de dos mil años permaneció inconmovible: sobre la concepción de que la geometría es producto de la razón y, a la vez, describe el mundo físico. Los filósofos empiristas lucharon en vano contra este argumento; el racionalista tenía al matemático a su lado y la batalla contra su lógica resultó inútil. Con el descubrimiento de las geometrías no euclidianas la situación cambió. El matemático descubrió que lo que él podía demostrar era únicamente el sistema de implicaciones matemáticas, de relaciones de la clase *si-entonces*, que conducen de los axiomas de la geometría a sus teoremas. No se sintió ya facultado para defender los axiomas como verdaderos y dejó la tarea al físico. La geometría matemática quedó así reducida a la verdad analítica, y la parte sintética de la geometría se entregó a la ciencia empírica. El filósofo racionalista había perdido a su más poderoso aliado y el camino quedaba libre para el empirismo.

De haberse iniciado estos desarrollos matemáticos unos dos mil años antes, la historia de la filosofía presentaría un panorama diferente. A decir verdad, uno de los discípulos de Euclides podría muy bien haber sido un Bolyai y haber descubierto la geometría no euclidiana, ya que los elementos de esta geometría pueden desarrollarse con medios bastante sencillos, de los disponibles en los tiempos de Euclides. Después de todo, el sistema heliocéntrico fue descubierto en esa época, y la civilización grecorromana

había desarrollado formas de pensamiento abstracto comparables a las de los tiempos modernos. Semejante desarrollo matemático habría cambiado considerablemente los sistemas de los filósofos. La doctrina de las ideas de Platón habría sido abandonada por carecer de fundamento en el conocimiento geométrico. Los escépticos no habrían encontrado mayor apoyo para ser más escépticos en relación con el conocimiento empírico que con la geometría y acaso habrían tenido el valor de enseñar un empirismo positivo. La Edad Media no habría contado con ningún racionalismo consistente para incorporarlo a la teología. Spinoza no habría escrito su *Ética presentada según el método geométrico*, ni Kant su *Crítica de la razón pura*.

¿O soy demasiado optimista? ¿Puede exterminarse el error enseñando la verdad? Los motivos psicológicos que condujeron al racionalismo filosófico son tan poderosos que hay razón para suponer que habrían encontrado otras formas de expresión. Se habrían apoderado de otros productos del matemático y habrían hecho de ellos pretendidas pruebas para una interpretación racionalista del mundo. La prueba está en que a pesar del descubrimiento de Bolyai, hecho hace más de cien años, el racionalismo no ha muerto. La verdad no es un arma suficiente para destruir el error; o, para decirlo en otras palabras, el reconocimiento intelectual de la verdad no siempre otorga a la mente humana la fuerza suficiente para resistir el atractivo emocional profundamente arraigado de la búsqueda de la certeza.

Pero la verdad es un arma poderosa, y siempre ha hecho prosélitos entre los mejores. Hay motivos para asegurar que el círculo de sus seguidores se hace cada vez mayor. Y eso es quizá todo lo que pueda esperarse.

IX. ¿QUÉ ES EL TIEMPO?

EL TIEMPO es una de las características más conspicuas de la experiencia humana. Nuestros sentidos nos comunican sus percepciones en el orden del tiempo; por medio de ellos participamos en la corriente de tiempo que fluye por el universo, produciendo un acontecimiento tras otro y dejando tras de sí sus productos, cristalizaciones de alguna entidad fluida que fue porvenir y ahora es inalterable pasado. Estamos colocados en el centro de la corriente, llamado presente; pero lo que ahora es presente se desliza hacia el pasado, en tanto que pasamos a un nuevo presente, que permanece siempre en el eterno ahora. No podemos detener la corriente, no podemos invertir su curso y hacer que el pasado regrese; nos lleva implacablemente y no nos concede un respiro.

El matemático que trata de traducir esta descripción psicológica del tiempo a un lenguaje de ecuaciones matemáticas se enfrenta a una tarea nada fácil. No debe extrañar que por eso principie simplificando su problema. Omite las partes emocionales de su descripción, concentra su atención en la estructura objetiva de la relación temporal, y espera de ese modo llegar a una construcción lógica que pueda explicar todo lo que sabemos sobre el tiempo. Lo que sentimos de él debería, por lo tanto, explicarse como la reacción de un organismo emocional hacia una estructura física de tales características.

Este procedimiento puede tal vez desencantar al lector de espíritu poético. Pero la filosofía no es poesía. Es la clarificación de significados por medio del análisis lógico; y el lenguaje de imágenes no tiene cabida en él.

Lo primero que interesa al matemático es la *métrica* del tiempo. Concebimos el avance del tiempo como una corriente *uniforme*, independiente de la velocidad subjetiva con que observamos y que varía con la atención emocional que prestamos al contenido de nuestra experiencia. Uniformidad significa la existencia de una métrica, es decir, de una medida de igualdad. Comparamos intervalos consecutivos de tiempo y tenemos medios para decir cuándo son de la misma longitud. ¿Cuáles son estos medios?

Controlamos nuestros relojes de acuerdo con los relojes oficiales, que a su vez son controlados por el astrónomo. El astrónomo controla sus relojes refiriéndose a las estrellas. Como el movimiento de las estrellas es la imagen reflejada de la rotación de la Tierra, es entonces la rotación de la Tierra la que

constituye nuestro reloj básico. Pero ¿cómo sabemos que la Tierra en rotación es un reloj seguro, es decir, que registra un tiempo estrictamente uniforme?

Cuando preguntamos al astrónomo cómo lo sabe, nos dice que debemos tener mucho cuidado al usar esa Tierra-reloj. Si medimos el día desde un tránsito superior (cruce del meridiano) del sol al siguiente, esto es, de un mediodía al siguiente, no llegamos a un tiempo uniforme. Esta clase de tiempo, el tiempo solar, no es exactamente uniforme porque la revolución de la Tierra alrededor del sol sigue una órbita elíptica. Para evitar el error resultante, el astrónomo mide la rotación de la Tierra en periodos definidos por el tránsito superior de alguna estrella fija. Esta clase de tiempo, llamado tiempo sideral, está libre de las irregularidades causadas por la revolución de la Tierra, porque las estrellas fijas están tan lejos que la dirección de la Tierra a una estrella fija lejana prácticamente no cambia.

¿Cómo sabe el astrónomo que el tiempo sideral es realmente uniforme? Si le preguntamos contestará que, estrictamente hablando, aun el tiempo sideral no es exactamente uniforme, porque el eje de rotación de la Tierra no permanece orientado en una dirección, sino que precede, es decir, sigue un movimiento pendular ligero, de modo que recuerda al movimiento oscilante de un trompo. (Pero la precesión es un movimiento muy lento, ya que necesita 25 mil años para completar una vuelta). Lo que el astrónomo llama tiempo uniforme es, por lo tanto, algo no directamente observable; tiene que calcularlo por medio de sus ecuaciones matemáticas, y sus resultados adoptan la forma de ciertas correcciones que suma a los datos observados. El tiempo uniforme es, entonces, una corriente de tiempo que el astrónomo proyecta en datos observados por medio de ecuaciones matemáticas.

No queda sino un problema. ¿Cómo sabe el astrónomo que sus ecuaciones determinan un tiempo estrictamente uniforme? El astrónomo puede contestar que sus ecuaciones expresan leyes mecánicas y que son válidas porque se derivan de la observación de la naturaleza. Pero para poder probar estas leyes de la observación debemos poseer un tiempo de referencia, es decir, un tiempo uniforme por medio del cual podamos saber si un cierto movimiento es uniforme o no, ya que no hay otro modo de saber si las leyes de la mecánica son verdaderas. De este modo caemos en un razonamiento en círculo. Para conocer el tiempo uniforme tenemos que conocer las leyes de la mecánica, y para conocer estas leyes tenemos que conocer el tiempo uniforme.

Hay solamente un medio de librarse de este círculo: considerar el problema del tiempo uniforme no como cosa de conocimiento, sino de

definición. No debemos preguntamos si es *verdad* que el tiempo del astrónomo es uniforme; debemos decir que el tiempo astronómico *define* al tiempo uniforme. No existe en realidad el tiempo uniforme; llamamos uniforme a una corriente de tiempo para poder tener un patrón al que referir otras clases de flujo temporal.

Este análisis resuelve el problema de la métrica del tiempo en la misma forma en que se resolvió antes el problema de la medida del espacio. La congruencia espacial, dijimos, es cuestión de definición; del mismo modo decimos ahora que la congruencia temporal es cuestión de definición. No podemos comparar directamente dos intervalos de tiempo consecutivos; sólo podemos *llamarlos* iguales. Lo que las ecuaciones de la mecánica nos dan es solamente una definición coordinadora del tiempo uniforme. Este resultado envuelve una relatividad del tiempo; puede usarse cualquier definición de la uniformidad y las descripciones resultantes de la naturaleza, aun cuando diferentes en vocabulario, representan descripciones equivalentes. Se trata simplemente de lenguajes diferentes, pero cuyo contenido es el mismo.

En lugar de utilizar las rotaciones aparentes de las estrellas para la definición de la métrica del tiempo, podemos utilizar también otros relojes naturales, tales como átomos en rotación o rayos de luz en movimiento. En realidad todas estas medidas de tiempo coinciden. Aquí se encuentra la razón de la significación práctica de la definición astronómica de uniformidad; suministra una definición idéntica a la suministrada por todos los relojes naturales. Para la métrica del tiempo, por lo tanto, el reloj natural asume un papel semejante al del cuerpo sólido en relación con la métrica del espacio.

Del problema de la *métrica* del tiempo paso a la consideración de otro problema, que incumbe al matemático. Se trata del problema del *orden* en el tiempo. Aún más fundamental que la cuestión de la medida del tiempo es la cuestión de la sucesión temporal, del *antes* y el *después*, o del orden temporal. ¿Cómo podemos decir que un acontecimiento es anterior a otro? Si poseemos un reloj, su corriente temporal uniforme incluye una afirmación de orden temporal; pero la relación de orden en el tiempo debe ser susceptible de una definición independiente de la métrica del tiempo. Para las diversas métricas posibles del tiempo, el orden temporal debe ser el mismo y, en consecuencia, debe poder definirse la sucesión temporal de un modo diferente que por la referencia a los números de los relojes.

Un breve estudio de los métodos por medio de los cuales juzgamos el orden temporal demuestra que siempre es menester un criterio de sucesión temporal. La causa debe preceder al efecto; en consecuencia, si se sabe que un

hecho es la causa de otro, el primero debe ser anterior al segundo. Por ejemplo, si un detective descubre en un lugar oculto un cofre de joyas envuelto en un periódico, sabe que el cofre no pudo envolverse antes de la fecha impresa en el periódico, puesto que la impresión del periódico fue la causa que produjo este ejemplar del periódico. La relación de orden temporal, por lo tanto, puede reducirse a la relación de causa a efecto.

No necesitamos estudiar en este momento la relación causa-efecto, de la que trataremos en un capítulo posterior. Basta decir que la conexión causal expresa una relación de la clase *si-entonces*, comprobable por la repetición de hechos del mismo tipo. Lo que, empero, tenemos que explicar es cómo distinguir la causa del efecto. No nos ayudaría decir que la causa es el primero de los dos hechos conectados, puesto que lo que queremos es definir el orden temporal en función del orden causal; por lo tanto, debemos poseer un criterio independiente que distinga la causa del efecto.

Un estudio de ejemplos sencillos de la relación causal nos muestra que existen procesos naturales que diferencian claramente la causa y el efecto. A esta clase pertenecen los procesos de mezcla y otros similares, que suponen el tránsito de un estado ordenado a uno de desorden. El físico habla de procesos *irreversibles*. Imaginemos que tenemos en nuestras manos un rollo de película y que queremos saber por qué extremo debe empezar a enrollarse. Una instantánea muestra una taza de café con crema y una cremera vacía junto a ella, otra, no muy lejos de la primera, muestra la misma taza con café negro y la cremera junto a ella, llena de crema. De este modo sabemos que la segunda instantánea fue tomada antes de la primera, y por ello nos guiamos para saber por dónde debe empezar a enrollarse la película. Podemos mezclar café con crema, pero no podemos separarlos. O si una persona nos dice que vio las ruinas de una casa incendiada y otra nos dice que vio la casa entera, sabemos que la segunda observación se hizo antes de la primera. El proceso de la combustión es irreversible, y la posibilidad de que la casa haya sido reconstruida con la misma forma puede descartarse en razón de que sabemos que el intervalo entre las dos observaciones no ha sido más que de unos cuantos días. La relación entre la irreversibilidad y el orden temporal se ejemplifica bien en lo que vemos cuando una película es proyectada corriendo a la inversa. El extraño aspecto de los cigarros que se alargan más y más a medida que se queman, de los pedazos de loza que suben del suelo a la mesa, donde constituyen platos y tazas enteros, es evidencia del hecho de que juzgamos sobre el orden temporal en términos de procesos físicos

irreversibles. (En el capítulo X se hará un estudio más detenido sobre la irreversibilidad).

El hecho de que la relación de causalidad establezca un orden en serie de sucesos físicos constituye una de las características fundamentales del mundo en que vivimos. No debemos creer que la existencia de este orden en serie sea lógicamente necesaria; podríamos imaginar un mundo en el que la causalidad no condujera a un orden consistente de *anterior* y *posterior*. En ese mundo el pasado y el porvenir no se hallarían irrevocablemente separados, sino que podrían unirse en el mismo presente, y nosotros podríamos encontramos a nuestros anteriores yos de varios años atrás y conversar con ellos. Es un hecho empírico que nuestro mundo no es de este tipo, sino que admite un orden consistente en función de una relación en serie basada en una relación causal llamada tiempo. El orden temporal refleja el orden causal del universo.

La definición de sucesión temporal tiene una pareja en la definición de *simultaneidad*. Llamamos simultáneos a dos acontecimientos cuando ninguno de ellos, es anterior o posterior al otro. El problema de la simultaneidad lleva a consecuencias peculiares cuando se comparan acontecimientos ocurridos en lugares distantes. Este problema ha adquirido fama gracias al análisis de Einstein.

Cuando queremos conocer el tiempo en que ocurre un acontecimiento lejano hacemos uso de una señal que nos trasmate el mensaje de la realización del acontecimiento. Pero como la señal tarda para llegar, el momento en que la recibimos no es idéntico al tiempo en que ocurrió el acontecimiento y que es el que nosotros queremos averiguar. Esto es cosa bien conocida en el caso de señales sonoras. Cuando oímos un trueno, han pasado ya varios segundos desde que se originó en una nube lejana. El rayo de luz producido por el relámpago viaja mucho más rápidamente, de modo que el momento en que el relámpago se percibe puede identificarse, para todo propósito práctico, con el tiempo en que el relámpago se produjo en la nube. Sin embargo, para una medición más precisa la determinación del tiempo en que ocurre el relámpago es semejante a la determinación del tiempo en que se origina el trueno, y tendríamos que tomar en consideración el tiempo que necesita el rayo de luz para recorrer la distancia que hay de la nube a nuestros ojos.

El tiempo de la transmisión de la luz podría calcularse fácilmente si supiéramos la velocidad de la luz y la distancia recorrida. El problema estriba en cómo medir la velocidad de la luz. Para medir una velocidad tenemos que enviar un rayo de luz de un punto a otro distante, observar el momento de la partida y el momento de la llegada y encontrar así el tiempo de la transmisión.

Dividiendo este tiempo entre la longitud del camino recorrido obtenemos la velocidad. Pero para las mediciones del tiempo de partida y el tiempo de llegada necesitamos dos relojes, ya que estas mediciones tienen que realizarse en diferentes puntos del espacio. Estos relojes deben ser puestos de acuerdo, sincronizados, es decir, deben marcar la misma hora al mismo tiempo. Así podemos determinar la simultaneidad en puntos distantes. Estas consideraciones nos han llevado a un círculo: queríamos medir la simultaneidad y encontramos que tenemos que conocer la velocidad de la luz para esta medición, y vimos que para medir la velocidad de la luz tenemos que conocer la simultaneidad.

Resolveríamos el problema si pudiéramos medir la velocidad de la luz utilizando sólo un reloj. Por ejemplo, en lugar de medir el tiempo de llegada de la señal luminosa a un punto lejano, podríamos reflejar el rayo de luz en un espejo, de modo que regresara al primer punto. Así podría medirse el intervalo de tiempo necesario para el viaje de ida y vuelta con un solo reloj. Para poder determinar la velocidad de la luz tendríamos que dividir el tiempo utilizado para el viaje de ida y vuelta entre el doble de la distancia. Pero aun cuando a primera vista este método parezca muy promisorio, demuestra su insuficiencia cuando se examina de cerca. ¿Cómo sabemos que el rayo de luz viaja en su regreso a la misma velocidad que a la ida? A menos que conozcamos esta igualdad, la velocidad calculada no tendrá sentido. Pero para comparar las velocidades en las dos direcciones tendríamos que medir la velocidad en cada dirección separadamente. Esta medición requiere dos relojes, y nos hallamos otra vez con la misma dificultad que antes.

Podría tratarse de determinar la simultaneidad por medio del transporte de dos relojes. Dos relojes se ponen uno con el otro y marcan la misma hora, siempre que se encuentren en el mismo punto del espacio. Luego se lleva uno de ellos al punto distante. Pero ¿cómo sabemos que el reloj transportado permanece sincronizado durante el transporte? Para probar la sincronización de los relojes tendríamos que usar señales luminosas y llegaríamos al mismo problema de antes. Si llevamos el segundo reloj otra vez a donde se encuentra el primero, esto tampoco nos auxiliará, porque así sólo obtendremos un resultado para el caso en que los dos relojes estén juntos. Este problema se asemeja al de la comparación de varas de medir, en diferentes puntos, de que antes se ha hablado.

Dicho sea de paso, el problema de los relojes que se transportan es aún más complicado que el de las varas de medir que se transportan. Según Einstein, el reloj transportado una vez vuelto, estaría retrasado en

comparación con el que permaneció en el mismo lugar todo el tiempo. Este resultado tiene importantes consecuencias lógicas. Se aplica a todas las clases de relojes, incluyendo los átomos, que indican el periodo de su rotación con el color de la radiación luminosa que emiten. Los experimentos con átomos en rápido movimiento han confirmado el retraso de rotación predicho por Einstein. Como los organismos vivos están formados de átomos, cualquier retraso en los movimientos atómicos debe expresarse en un retraso en el proceso de envejecimiento a que los organismos están sujetos. Se deduce de aquí que las personas vivas que viajaran a gran velocidad se retrasarían en su envejecimiento y que, por ejemplo, si uno de dos gemelos hiciera un viaje cósmico, a su regreso sería más joven que el otro (aun cuando, también, sería mayor que cuando salió). Se llega a esta conclusión con lógica incuestionable a partir de la bien confirmada teoría de Einstein.

Volviendo al problema de la simultaneidad, llegamos al resultado de que los relojes que se transportan no pueden utilizarse para la definición de la relación “sucede al mismo tiempo”. Tenemos que buscar señales adecuadas para llegar a esta definición. Como las señales luminosas, aun cuando muy rápidas, tienen una velocidad limitada, nos ayudaría disponer de señales más rápidas que las luminosas. Cuando queremos medir la velocidad del sonido podemos usar señales luminosas para la comparación del tiempo, porque la velocidad de la luz es mucho mayor que la del sonido; el error que se comete es, por lo tanto, tan pequeño numéricamente que puede pasarse por alto. Del mismo modo, si tuviéramos una señal un millón de veces más rápida que la luz, podríamos medir la velocidad de la luz con suficiente exactitud desdeñando el tiempo de transmisión de la señal más rápida. Mas éste es otro punto en donde la física de Einstein se diferencia de la física clásica. Según Einstein no puede haber una señal más rápida que la luz. Esto no sólo quiere decir que no conocemos una señal más rápida que la luz; para Einstein, que la luz sea la señal más rápida es una ley de la naturaleza, a la que puede llamarse el principio del *carácter limitativo de la velocidad de la luz*. Einstein ha presentado pruebas concluyentes en favor del principio: estaríamos tan poco autorizados para dudar de él como para dudar del principio de la conservación de la energía.

En combinación con el análisis anterior sobre el sentido de la sucesión temporal, el principio de Einstein lleva a extrañas consecuencias acerca de la simultaneidad. Supongamos que enviamos una señal luminosa a las 12 en punto al planeta Marte y que es reflejada allí; regresará digamos, después de veinte minutos. ¿Qué tiempos daríamos al momento de llegada de la señal al

planeta Marte? Haciendo esta hora igual a las 12 y 10, ello querría decir que suponemos la misma velocidad de la luz en ambas direcciones; pero ya hemos visto que no hay razón para suponer esta igualdad. A decir verdad, cualquier hora entre las 12 y las 12 y 20 podría ser la correcta para el momento de llegada de la señal de la luz a Marte. Podríamos, por ejemplo, decir que la señal llegó a las 12 y 5. Ello querría decir que hace el primer recorrido en cinco minutos y el segundo en quince. Lo que nuestra definición de sucesión temporal descarta es que podamos decir que la luz llegó a la estación Marte a las 11 y 55, porque según esto la señal llegaría antes de su hora de salida, y el efecto sería entonces anterior a la causa. Pero mientras tomemos para el momento de llegada a Marte una hora entre las 12 y las 12 y 20, la definición del orden temporal se mantiene. Ningún acontecimiento ocurrido dentro de este intervalo de tiempo en nuestro propio punto del espacio podrá considerarse como partícipe de ninguna interacción causal con el acontecimiento especificado por la llegada de la señal luminosa. Como simultaneidad quiere decir exclusión de toda posible interacción causal, cualquier acontecimiento que ocurra en este intervalo de tiempo en nuestro lugar del espacio puede llamarse simultáneo con la llegada de la señal luminosa a Marte. Ésto es lo que Einstein llama la relatividad de la simultaneidad.

Vemos que la definición causal de orden temporal conduce a una indeterminación con respecto a la comparación temporal de hechos ocurridos en puntos distantes. Y esto sucede así debido al carácter limitativo de la velocidad de la luz. El tiempo absoluto, es decir, la simultaneidad no ambigua, existiría en un mundo en el que no hubiera límite superior para la velocidad de las señales. Pero debido a que en nuestro mundo la velocidad de trasmisión causal es limitada, no existe absoluta simultaneidad. La *teoría causal del tiempo* explica el significado de la sucesión y la simultaneidad temporales en tal forma que la explicación es aplicable tanto al mundo de la física clásica como a nuestro mundo, en el que la velocidad de la transmisión causal se halla sujeta a un límite superior y la simultaneidad no es definida sin ambigüedad.

Con los resultados expuestos el problema del tiempo encuentra una solución semejante a la del espacio. El tiempo, como el espacio, no es una entidad ideal de existencia platónica que se percibe por medio de un acto de visión, ni una forma subjetiva de orden impuesta al mundo por el observador humano, como Kant creía. La mente humana es capaz de concebir diferentes sistemas de orden temporal, entre los cuales el tiempo clásico es un sistema y

el tiempo de Einstein, con su limitación de la velocidad de trasmisión causal, es otro. En esta pluralidad de sistemas posibles, la selección del orden temporal válido para nuestro mundo es cuestión empírica. El orden temporal formula una propiedad general del universo en que vivimos; el tiempo es real en el sentido en que el espacio es real; y nuestro conocimiento del tiempo no es *a priori*, sino resultado de la observación. La determinación de la real estructura del tiempo es un capítulo de la física. Tal es el resultado de la filosofía del tiempo.

Aun cuando parezca extraña la relatividad de la simultaneidad, es lógica y susceptible de representación. Lo extraño de la concepción de Einstein desaparecería en un mundo donde las restricciones de la trasmisión causal se hicieran más evidentes. Si algún día se establecen comunicaciones radiotelefónicas con Marte y tenemos que esperar veinte minutos por una respuesta a una pregunta hecha por el teléfono, nos acostumbraremos a la relatividad de la simultaneidad y la consideraremos como algo muy natural, del mismo modo que hoy consideramos muy naturales las diferentes horas oficiales de las zonas horarias en que está dividida la superficie del globo. Y si algún día se instituyen los viajes interplanetarios, nos parecerá natural que las personas que regresen de largos viajes se hayan retrasado en su envejecimiento y se encuentren más jóvenes que otras personas que originalmente tenían la misma edad. Los resultados que el científico descubre por medio del razonamiento abstracto y que a primera vista exigen que se abandonen las creencias tradicionales a menudo se convierten en hábitos familiares para generaciones posteriores.

El análisis científico ha conducido a una interpretación del tiempo muy diferente de la experiencia del tiempo en la vida ordinaria. Lo que tomamos como el correr del tiempo se ha descubierto que es idéntico al proceso causal que constituye este mundo. Se ha descubierto que la estructura de este flujo causal es de una naturaleza mucho más complicada que la que presenta el tiempo en la observación directa; hasta que algún día, con la conquista de las distancias interplanetarias, el tiempo de la vida ordinaria se haga tan complicado como el de la ciencia teórica de nuestros días. Es verdad que la ciencia sustrae el contenido emocional para poder realizar su análisis lógico. Pero es verdad también que la ciencia abre nuevas posibilidades, que algún día podrán colocamos frente a emociones nunca experimentadas antes.

X. LAS LEYES DE LA NATURALEZA

LA IDEA de causalidad se ha mantenido en el primer plano de todas las teorías del conocimiento de los tiempos modernos. El hecho de que la naturaleza se preste a una concepción de que la razón rige los acontecimientos de la naturaleza; y la presentación hecha anteriormente de la influencia que la mecánica de Newton tuvo sobre los sistemas filosóficos (cap. VI) hace evidente que el concepto de los juicios sintéticos *a priori* tiene su origen en una interpretación determinista del mundo físico. Como la física de una época influye profundamente en su teoría del conocimiento, será necesario estudiar el desenvolvimiento que sufrió el concepto de causalidad en la física de los siglos XIX y XX, lo que condujo a una revisión de la idea de las leyes de la naturaleza y desembocó en una nueva filosofía de la causalidad.

La exposición de este proceso histórico se facilitará considerablemente si la precede un análisis del significado del concepto de causalidad. Estas consideraciones pueden agregare a la investigación sobre el significado del concepto de explicación (expuesta en el capítulo II), según la cual explicación es generalización. Como la explicación es reducción a causas, ha de darse a la relación causal la misma interpretación. Por ley causal el científico entiende, de hecho, una relación de la forma *si-entonces*, con la adición de que la misma relación es válida siempre. Afirmar que la corriente eléctrica causa una desviación de la aguja magnética quiere decir que siempre que haya una corriente eléctrica habrá una desviación de la aguja magnética. La adición del *siempre* diferencia la ley causal de la pura coincidencia. Sucedió en una ocasión que cuando la pantalla de un cine mostró una explosión, un ligero terremoto sacudió la sala. Los espectadores tuvieron la sensación momentánea de que la explosión en la pantalla había provocado el sacudimiento. Cuando nos negamos a aceptar esta interpretación, nos apoyamos en el hecho de que la coincidencia observada no pudo repetirse otra vez.

Como la repetición es todo lo que distingue a la ley causal de la mera coincidencia, el significado de la relación causal estriba en la afirmación de una repetición sin excepciones. No es necesario suponer que signifique más que eso. La idea de que una causa se conecta con su efecto por medio de una especie de resorte oculto, que el efecto tiene forzosamente que suceder a la

causa, es antropomórfica en su origen y prescindible; *si-entonces siempre* es todo lo que quiere decirse por relación causal. Si el cine se sacudiera siempre que apareciese una explosión en la pantalla, habría una relación causal. No queremos decir nada más cuando hablamos de causalidad.

Es verdad que algunas veces no nos detenemos en el descubrimiento de una coincidencia sin excepciones, sino que buscamos más explicación. El apretar cierto botón siempre va acompañado del sonido de un timbre. Esta coincidencia regular se explica por las leyes de la electricidad, que revelan que el sonar de un timbre es una consecuencia de las relaciones entre la corriente eléctrica y el magnetismo. Pero si queremos tener una formulación de estas leyes, encontramos que, a su vez, están formadas por relaciones *si-entonces siempre*. La superioridad de las leyes de la naturaleza sobre las simples regularidades, como la de cuando se aprieta el botón, se halla, simplemente, en su mayor generalidad. Formulan relaciones que se manifiestan en múltiples aplicaciones individuales de muy distintas clases. Las leyes de la electricidad, por ejemplo, expresan relaciones de coincidencias permanentes observables en timbres, motores eléctricos, radios y ciclotrones.

La interpretación de la causalidad en función de la generalidad, claramente formulada en los escritos de David Hume, es aceptada hoy generalmente por el científico. Las leyes de la naturaleza son para él enunciados de repeticiones sin excepción, nada más. Este análisis no solamente aclara el significado de la causalidad, sino que también abre la brecha para una extensión de la causalidad que ha resultado indispensable para la comprensión de la ciencia moderna.

Las leyes de la estadística, originalmente observadas para el resultado de los juegos de azar, se ha descubierto que también rigen en muchos otros dominios. Las primeras estadísticas sociales fueron recopiladas en el siglo XVII; el siglo XIX introdujo consideraciones estadísticas en la física. La teoría cinética de los gases, según la cual un cuerpo gaseoso está formado de un gran número de pequeñas partículas, llamadas moléculas, que se mueven en todas direcciones, que chocan entre sí y describen caminos en zigzag, a una enorme velocidad, fue construida con el auxilio de cálculos estadísticos. El método estadístico alcanzó su mayor triunfo cuando logró explicar los fenómenos de la *irreversibilidad*, que caracterizan a todos los procesos térmicos y que se relacionan tan íntimamente con la dirección del tiempo.

Todo el mundo sabe que el calor pasa del cuerpo más caliente al más frío, y no a la inversa. Cuando echamos un cubo de hielo en un vaso de agua, el

agua se enfría, su calor penetra en el hielo y lo disuelve. Este hecho no puede derivarse de la ley de la conservación de la energía. El cubo de hielo no está tan frío y todavía contiene una gran cantidad de calor; de modo que podría muy bien deshacerse de una parte de su calor dándosela al agua que lo rodea y haciéndola más caliente, en tanto que el hielo se pondría más frío. Este proceso estaría de acuerdo con la ley de la conservación de la energía si la cantidad de calor cedida por el hielo igualara la cantidad recibida por el agua. El hecho de que un proceso semejante no suceda, que la energía térmica se mueva en sólo una dirección, debe formularse como una ley independiente; es ésta la ley que llamamos de la irreversibilidad. Los físicos a menudo la llaman segundo principio de la termodinámica, reservando el nombre de primer principio para la ley de la conservación de la energía.

El principio de la irreversibilidad debe expresarse con mucho cuidado. No es verdad que el calor siempre fluya de la temperatura superior a la inferior. Todo refrigerador es un ejemplo de lo contrario. La máquina saca calor leí interior del refrigerador al exterior, dejando así el interior más frío y el exterior más caliente. Pero puede hacerlo sólo porque utiliza cierta cantidad de energía mecánica suministrada por el motor eléctrico; esta energía es transformada en calor a la temperatura ambiente del cuarto. El físico ha demostrado que la cantidad de energía mecánica transformada en calor es mayor que la cantidad de energía térmica extraída del interior del refrigerador. Si consideramos el calor de una temperatura más alta, o la energía mecánica o eléctrica, como la energía de un nivel superior, hay más energía que baje que energía que suba en el refrigerador. El principio de la irreversibilidad debe formularse en el sentido de que si todos los procesos que participan se toman en consideración, la energía total desciende, de modo que en conjunto hay una tendencia a la compensación.

Fue el físico vienés Boltzmann quien descubrió que el principio de la irreversibilidad puede explicarse por medio de consideraciones estadísticas. La cantidad de calor de un cuerpo es dada por el movimiento de sus moléculas; mientras mayor es la velocidad media de las moléculas, mayor es la temperatura. Debe comprenderse que esto sólo se refiere a la velocidad media de las moléculas; instantáneamente pueden tener velocidades muy diferentes. Si un cuerpo caliente se pone en contacto con un cuerpo frío, sus moléculas chocan. Puede ocasionalmente ocurrir que una molécula de movimiento lento que choque con una de movimiento rápido pierda toda su velocidad y haga que la última molécula se mueva a una velocidad aún mayor. Pero ésta es la excepción; el resultado final será una igualación de las

velocidades por los choques. La irreversibilidad de los procesos térmicos se explica, por lo tanto, como un fenómeno de mezcla, comparable a la barajadura de cartas o a la mezcla de gases y líquidos.

Aun cuando esta explicación hace que la ley de la irreversibilidad parezca plausible, también lleva a una inesperada consecuencia que debe tomarse muy en cuenta. Despoja a la ley de su sentido estricto y la convierte en una ley de probabilidad. Cuando barajamos un juego de cartas, no podemos considerar del todo imposible que al final todas las cartas rojas queden en la primera mitad y todas las negras en la segunda; que se pueda llegar a una disposición semejante puede considerarse sólo como muy improbable. Todas las leyes estadísticas son semejantes. Ofrecen una gran probabilidad para conjuntos en desorden, pero una probabilidad limitada para los conjuntos ordenados. Mientras mayor sea el número, menor será la probabilidad de los conjuntos ordenados; pero esta probabilidad no será nunca igual a cero. Los fenómenos de la termodinámica se refieren a números muy grandes de hechos individuales —ya que el número de moléculas es muy grande— y, por lo tanto, llevan a probabilidades altísimas para los procesos que tienden a la compensación. Pero no puede considerarse estrictamente imposible un proceso en la dirección opuesta. Por ejemplo, no podemos descartar la posibilidad de que algún día las moléculas de aire de nuestro cuarto, por pura casualidad, se agrupen en tal forma que las moléculas de oxígeno se reúnan en un lado del cuarto, en tanto que las de nitrógeno se junten en el otro. Por poco agradable que pueda ser encontramos en ese momento sentados del lado del nitrógeno, la posibilidad de tal suceso no puede descartarse absolutamente. Del mismo modo, el físico no puede descartar la posibilidad de que, al poner un cubo de hielo en un vaso de agua, el agua empiece a hervir y el cubo de hielo se enfríe como si estuviera en el interior de un gabinete a la más baja temperatura. Puede consolamos saber que esta probabilidad es mucho menor que la probabilidad de que todas las casas de una ciudad se incendien al mismo tiempo por causas independientes.

En tanto que las consecuencias prácticas de la interpretación estadística de la ley de irreversibilidad son insignificantes debido a las escasas probabilidades para los procesos en la dirección contraria, las consecuencias teóricas son de la mayor importancia. Lo que antes era una estricta ley de la naturaleza se ha descubierto que es simplemente una ley estadística; la certeza de la ley de la naturaleza ha sido sustituida por una gran probabilidad. Con este resultado la teoría de la causalidad entró en una nueva etapa. Surgió el

problema de si correrían el mismo destino otras leyes de la naturaleza y quedaría alguna ley causal estricta.

La discusión del problema condujo a dos concepciones opuestas. Según la primera, el uso de las leyes estadísticas no es más que una expresión de ignorancia: si el físico pudiera observar y calcular el movimiento individual de cada molécula, no tendría que acudir a leyes estadísticas y podría dar una explicación estrictamente causal de los procesos termodinámicos. El superhombre de Laplace podría hacer esto; él podría prever la trayectoria de cada molécula como el camino de las estrellas y no tendría necesidad de ninguna ley estadística. Esta concepción no abandona la idea de una causalidad estricta; simplemente considera la causalidad como algo inaccesible al conocimiento humano, que debido a su imperfección tiene que acudir a las leyes de la probabilidad.

La segunda concepción representa el punto de vista contrario. No acepta la causalidad estricta del movimiento de cada molécula. Según esta concepción, lo que nosotros observamos, como una ley causal de la naturaleza es siempre el producto de un gran número de hechos atómicos; la idea de una causalidad estricta, por lo tanto, puede concebirse como una idealización de las regularidades del medio macroscópico en que vivimos, como una simplificación a la que llegamos debido a que el gran número de procesos elementales participantes nos hacen considerar como una ley estricta lo que en realidad es una ley estadística. De acuerdo con este punto de vista no debemos transferir la idea de una causalidad estricta al terreno microscópico. No hay razón para suponer que las moléculas se hallan controladas por leyes estrictas, ya que situaciones iniciales iguales de una molécula pudieran ir seguidas de situaciones futuras diferentes, y ni aun el superhombre de Laplace podría predecir la trayectoria de una molécula.

La cuestión es si la causalidad es un principio último, o simplemente es un sustituto de la regularidad estadística, aplicable al reino macroscópico pero inadmisible en el reino de los átomos. Sobre la base de la física del siglo XIX el problema no podía ser resuelto. Correspondió a la física del siglo XX, con su análisis de los acontecimientos atómicos en términos del concepto cuántico de Planck, aportar la solución. Por las investigaciones de la mecánica cuántica moderna sabemos que los acontecimientos atómicos individuales no se prestan a una interpretación causal y se hallan regidos meramente por leyes de probabilidad. Este resaltado, formulado en el famoso principio de indeterminación de Heisenberg, constituye la prueba de que la segunda concepción es la correcta, de que la idea de una causalidad estricta debe

abandonarse, y de que las leyes de la probabilidad pasan a tomar el lugar que alguna vez ocupó la ley de la causalidad.

Si se recuerda el análisis lógico de la causalidad, en la forma en que se realizó al principio del presente capítulo, este resultado aparecerá como una extensión natural de los antiguos puntos de vista. La causalidad debía formularse como una relación de la clase *si-entonces siempre*. Las leyes de la probabilidad son leyes que tienen excepciones, pero excepciones que representan un porcentaje regular de casos. La ley de la probabilidad es una relación de la clase *si-entonces en un cierto porcentaje*. La lógica moderna ofrece los medios para tratar con una relación de esta clase, a la que, para distinguirla de la *implicación* de la lógica ordinaria, se llama *implicación de probabilidad*. La estructura causal del mundo físico es sustituida por una estructura de probabilidad, y la comprensión del mundo físico presupone la elaboración de una teoría de la probabilidad.

Debe repararse en que aun sin los resultados de la mecánica cuántica el análisis de la causalidad demuestra que son indispensables algunas nociones sobre la probabilidad. En la física clásica la ley causal es una idealización, y los acontecimientos reales son más complejos de lo que la descripción causal supone. Cuando un físico calcula la trayectoria de una bala disparada por un revólver, lo hace en función de algunos factores importantes, tales como la carga de pólvora y la inclinación del cañón; pero como no puede tomar en cuenta todos los factores secundarios, como la dirección del viento y la humedad del aire, sus cálculos son de una exactitud limitada. Eso quiere decir que sólo con una cierta probabilidad puede predecirse el punto adonde la bala llegará. O si un ingeniero construye un puente, puede predecir su capacidad sólo con cierta probabilidad; pueden ocurrir casos no previstos por él que provoquen el desplome del puente bajo una carga menor. La ley de la causalidad, aun cuando sea verdadera, es válida sólo para objetos ideales; los objetos reales, con los que nosotros nos las tenemos que ver, son controlables sólo dentro de los límites de una cierta alta probabilidad, porque no podemos describir totalmente su estructura causal. Por estas razones pudo apreciarse la significación del concepto de probabilidad antes de los descubrimientos de la mecánica cuántica. Después de estos desabrimientos es aún más obvio que ningún filósofo puede eludir tal concepto si quiere entender la estructura del conocimiento.

La filosofía del racionalismo ha recurrido siempre a la causalidad para demostrar el carácter racional de este mundo. La concepción de Spinoza sobre un universo predeterminado no puede concebirse sin creer en la causalidad.

La idea de necesidad lógica, de Leibniz, detrás de los acontecimientos físicos, se funda en la suposición de una conexión causal de todos los fenómenos. La teoría de Kant de un conocimiento sintético *a priori* de la naturaleza cita, además de las leyes del tiempo y el espacio, el principio de causalidad como el ejemplo más notable de este conocimiento. Como el desarrollo de los problemas del tiempo y el espacio, el del principio de causalidad ha conducido, desde la muerte de Kant, a una desintegración de la síntesis *a priori*. La misma disciplina que había brindado —con su interpretación matemática de la naturaleza— el principal sostén del racionalista, sacudió los cimientos del racionalismo. El empirismo de los tiempos modernos deriva sus argumentos más definitivos de la física matemática.

XI. ¿EXISTEN LOS ÁTOMOS?

EL HOMBRE instruido de nuestros días considera como un hecho establecido el que la materia esté formada de pequeñas partículas llamadas átomos. Si no lo ha aprendido en la escuela, los periódicos se lo han dicho. Parece evidente que porque las bombas atómicas existen, los átomos deben también existir.

Pero el historiador de la ciencia adoptaría una actitud más crítica. Sabe que la existencia de los átomos ha sido afirmada desde tiempos antiguos, pero que siempre se ha discutido y que se han aducido poderosos argumentos tanto en favor como en contra del átomo. Si su historia de la ciencia abarca los últimos veinticinco años, sabe también que, aun cuando durante el siglo XIX la teoría atómica había alcanzado una etapa en que la existencia del átomo parecía incuestionable, trabajos recientes han renovado la controversia haciendo su existencia más problemática que nunca.

La teoría del átomo data de la filosofía de Demócrito (420 a. C.), una de las figuras prominentes de la filosofía griega. Demócrito consideró que las propiedades físicas de la materia, su compresibilidad y' divisibilidad, pueden explicarse bien si suponemos que la materia está constituida por pequeñas partículas. Comprimir una sustancia, por lo tanto, consiste en empujar los átomos, juntándolos. Éstos son perfectamente sólidos y no cambia su tamaño. La teoría de Demócrito es un buen ejemplo de lo que el razonamiento puede y no puede lograr. Puede ofrecer explicaciones posibles; pero si la explicación es verdadera es algo que no puede comprobarse por medio del razonamiento y hay que dejarlo a la observación. Los griegos no pudieron verificar la teoría atómica por una prueba empírica. Trataron de completadla teoría con más teoría, en lugar de completarla con la observación. Creían que los átomos se unían por medio de pequeños ganchos; que las sustancias más finas, como el alma o el fuego, estaban compuestas de átomos muy pequeños y lisos, y que los cuerpos mayores estaban formados por el agrupamiento de átomos del mismo tamaño, proceso natural ejemplificado por los montones de guijarros de igual tamaño que deposita el oleaje. Pero la imaginación sin el control de una prueba experimental da rienda suelta a la especulación vacía. Por ejemplo, una de las controversias filosóficas sobre el atomismo fue la cuestión de si el espacio vacío entre los átomos era un concepto lógicamente permisible; un espacio vacío no es nada, y si no hay nada entre los átomos,

deben tocarse uno a otro formando una masa sólida, en cuyo caso no habría átomos.

La teoría del átomo fue llevada del terreno de la especulación filosófica al de la investigación científica cuando, en los albores del siglo XIX, se fundamentó por medio de experimentos cuantitativos. Dalton midió las proporciones de pesos con las cuales los elementos químicos integran los compuestos, y descubrió que estas proporciones son fijas y están representadas por números enteros simples. Por ejemplo, los dos componentes del agua, el hidrógeno y el oxígeno, siempre se combinan en la proporción de uno a ocho; si hay originalmente mayor cantidad de una de las sustancias, no se incorpora al compuesto. Dalton advirtió que estas proporciones cuantitativas requieren una explicación atómica. Las partes más pequeñas de la materia, los átomos, se combinan en proporciones fijas; dos átomos de hidrógeno se combinan con un átomo de oxígeno, y la razón entre los pesos de los átomos está representada por la razón observada en las medidas de Dalton.

A partir de la época de la ley de Dalton, la historia del átomo ha sido una marcha triunfal. Siempre que el concepto del átomo se utilizaba para la interpretación de mediciones por medio de la observación, brindaba una lúcida explicación; del mismo modo, este infalible resultado se convirtió en evidencia irrefutable de la existencia del átomo. En la teoría cinética de los gases fue posible no sólo explicar el comportamiento térmico de los gases desde el punto de vista de las concepciones atómicas, sino también calcular el número de átomos o moléculas existentes por unidad de volumen. Este enorme número, que se escribe con veintiún dígitos, presenta una prueba de la extrema pequeñez del átomo individual. Las complicadas estructuras de los cuerpos orgánicos podrían explicarse como correspondientes a moléculas compuestas de cientos de átomos. Los adelantos industriales de la química habrían sido imposibles sin la teoría del átomo.

El físico descubrió, además, que el atomismo no se halla restringido a la materia; la electricidad también debe considerarse compuesta de átomos. Los átomos de la electricidad fueron descubiertos hacia el fin del siglo XIX, y se les llamó electrones. Aun cuando pareciera extraño, se encontró que todos llevaban una carga eléctrica negativa, y por algunas décadas los físicos creyeron que los átomos positivos de la electricidad no podían separarse de la materia. Descubrimientos recientes han demostrado que también existen electrones positivos, generalmente llamados positrones. Otras investigaciones

recientes han revelado la existencia de más partículas elementales de la materia, entre las que les neutrones desempeñan un papel importante.

Pero la marcha triunfal del átomo a través de tantos dominios de la ciencia se detuvo intempestivamente en un importante dominio, el de la teoría de la luz. Isaac Newton, conocido por su teoría de la gravitación, fue también uno de grandes investigadores de la óptica. Apreció que el carácter rectilíneo de los rayos de luz se explica suponiendo que la luz está formada por pequeñas partículas lanzadas a gran velocidad por la fuente luminosa. Siguiendo las leyes del movimiento, estas partículas toman caminos rectos. De este modo Newton fue el autor de la teoría corpuscular de la luz, que dominó hasta principios del siglo XIX. La teoría ondulatoria de la luz, expuesta por su contemporáneo C. Huyghens, tuvo poco éxito al aparecer. Todo un siglo pasó antes que ciertos experimentos decisivos pudieran demostrar el carácter ondulatorio de la luz, poniendo de ese modo punto final a la interpretación atomista de los rayos de luz. Estos experimentos se referían al fenómeno de la interferencia, en el que dos rayos luminosos, sobrepuestos, se destruyen, lo cual es algo inconcebible dentro de la teoría corpuscular. Dos partículas que se mueven en la misma dirección pueden producir solamente un impacto mayor y dar origen a un aumento en la intensidad de la luz; pero dos ondas que se mueven en la misma dirección se cancelan recíprocamente si las crestas de una coinciden con los valles de la otra. El fenómeno de la interferencia se conoce por las olas de agua y explica las extrañas formas producidas por series de olas que se intersecan. Sin embargo, se descubrió que el medio de propagación de las ondas luminosas no era de la misma naturaleza que la materia ordinaria como el agua o el aire, sino que se le consideró como una sustancia de estructura peculiar, casi inmaterial, llamada éter.

A los descubrimientos experimentales siguió inmediatamente el desarrollo de los medios matemáticos para analizar las ondas. Finalmente la teoría de las ondas luminosas se conectó con la de la electricidad gracias a James Maxwell; la demostración experimental de las ondas eléctricas realizada por Heinrich Hertz destruyó las últimas dudas sobre la posibilidad de las ondas del éter, y la teoría ondulatoria de la luz se convirtió en “certeza, humanamente hablando”, como lo afirmó el mismo Hertz en una comunicación a la Asociación alemana de científicos en el año 1888.

Hacia fines del siglo XIX la física parecía haber alcanzado una etapa final: la luz y la materia, las dos grandes manifestaciones de la realidad física, parecían haber revelado su estructura última. La luz estaba formada de ondas

y la materia de átomos. Cualquiera que se hubiera atrevido a poner en duda estos cimientos de la ciencia de la física habría sido tomado por un diletante o un excéntrico, y ningún hombre de ciencia serio se habría tomado la molestia de discutir con él.

Las teorías físicas reflejan el conocimiento que por medio de la observación se tiene en su época; no pueden pretender ser verdades eternas. Heinrich Hertz había sido lo suficientemente cauto para acuñar la frase "certeza, humanamente hablando". Tal vez no se encuentre en la historia una visión más profunda en las afirmaciones de un físico que la expresada en esta modesta frase. El giro que la teoría tomó una década después que las palabras de Hertz fueron pronunciadas constituye una prueba de los límites trazados a la certeza de las teorías científicas.

En el año 1900 M. Planck descubrió el cuanto; el cambio radical en nuestra comprensión de la realidad física que el siglo XX realizó no podría ilustrarse mejor que por esta coincidencia. Para poder explicar las leyes descubiertas experimentalmente para la emisión de radiación por los cuerpos calientes, Planck introdujo la concepción de que toda radiación, incluyendo la luz, está sujeta a un control por números enteros, es decir, se realiza por números enteros de una unidad elemental de energía, que él llamó *cuanto*. De acuerdo con su concepción, la energía está formada por unidades elementales, los cuantos, y siempre que se emita o absorba energía, serán transportados uno o dos o cien cuantos, pero nunca una fracción. El cuanto es el átomo de energía, con el detalle suplementario, empero, de que el tamaño de este átomo, es® es, la magnitud de la unidad de energía, depende de la longitud de onda de la radiación por la que es transportada; mientras más corta sea la longitud de onda, mayor será el cuanto. El descubrimiento de Planck, por lo tanto, pareció una nueva victoria del atomismo; y cuando Albert Einstein extendió la teoría de Planck a la idea de que la luz está formada por haces de ondas portadoras de cuantos de energía, pareció que la idea del átomo había conquistado finalmente el dominio de la física que por tanto tiempo había sido inaccesible a las concepciones atomistas. La equivalencia de materia y energía de Einstein, que en los últimos años se ha hecho tan dramáticamente manifiesta en la fisión del uranio, fue otra indicación de que el atomismo debería abarcar la radiación.

El cuanto encontró su aplicación más importante en la teoría del átomo de Niels Bohr. Fue en esta teoría donde las dos líneas de desarrollo —la de la teoría del átomo y la de la teoría de la radiación— se unieron finalmente. El estudio del átomo había puesto en claro que el átomo mismo debe

considerarse como un agregado de partículas más pequeñas que, sin embargo, están tan íntimamente unidas que en todas las reacciones químicas el átomo se comporta como una unidad relativamente estable. Que el átomo tiene una estructura interna fue señalado por primera vez por un descubrimiento del ruso D. Mendeleyev, quien a mediados del siglo XIX vio que si los átomos de los elementos químicos se ordenan de acuerdo con sus pesos, sus propiedades químicas adoptan un orden cíclico. El físico inglés E. Rutherford relacionó estos descubrimientos químicos con el descubrimiento del electrón y construyó el modelo planetario del átomo, según el cual éste está formado por un núcleo alrededor del cual giran, como planetas en sus órbitas, cierto número de electrones. Niels Bohr, en aquel entonces un joven ayudante de Rutherford, descubrió en 1913 que el modelo atómico de Rutherford debe conectarse con el concepto del cuanto de energía de Planck. Los electrones sólo pueden girar en órbitas situadas a ciertas distancias definidas del centro, determinadas de tal modo que la energía mecánica representada por cada órbita corresponde a uno, dos o tres o más cuantos. Por muy extraña que esta concepción pareciera al físico en un principio, condujo a un sorprendente éxito por lo que se refiere a la presentación de los datos de la observación, ya que la teoría de Bohr suministró una interpretación de la máxima precisión para los datos del espectroscopio, es decir, para las series de líneas espectrales que caracterizan a cada elemento. Los años de 1913 a 1925 se convirtieron en un periodo de extensas aplicaciones y confirmaciones de la teoría de Bohr, profundizada para dar una explicación de la estructura atómica de cada elemento.

Y sin embargo, a pesar de todos estos éxitos, el descubrimiento del cuanto no resultó ser precisamente la llave maestra. A cambio de su poder explicativo en la espectroscopia, surgieron inexplicables complicaciones en otros campos. Las bases mismas de la concepción cuántica parecieron ser incompatibles con la teoría clásica de la generación de las ondas eléctricas y el fenómeno de la interferencia, conocido por la óptica. Por lo tanto, la nueva teoría puso en peligro la consistencia de la física: algunos fenómenos necesitaban una concepción corpuscular de la luz, otros requerían una concepción ondulatoria, y no podía encontrarse la forma de reconciliar las dos teorías contradictorias.

Lo más extraño para el observador filosófico, sin embargo, fue el hecho de que la investigación física no se detuviera debido a estas contradicciones, que el físico lograra manejar las dos concepciones contradictorias y aprendiera a aplicar unas veces una, otras la otra, con un éxito sorprendente

por lo que se refiere a los descubrimientos por medio de la observación. No creo que esto pruebe que la contradicción no tenga importancia para las teorías físicas y que lo único que importa sean los éxitos obtenidos por la observación; o que, como creen los hegelianos, la contradicción sea inmanente al pensamiento humano y actúe como su fuerza generatriz. Creo más bien que demuestra que el descubrimiento de nuevas ideas obedece a leyes diferentes de las leyes de orden lógico; que el conocimiento de la mitad de la verdad puede ser directriz suficiente para la mente creadora en su camino hacia la verdad total, y que las teorías contradictorias pueden ser de utilidad sólo porque existe, aun cuando desconocida en ese momento, una teoría mejor que abarca todos los datos obtenidos por la observación y a la vez se halla libre de contradicciones. Mientras los hombres buscan, la verdad dormita; y será despertada sólo por los que no cesan en su búsqueda aun cuando su camino se halle obstruido por las zarzas de las contradicciones.

El giro decisivo en el desenvolvimiento de las teorías de la luz y la materia lo constituyó una concepción propuesta por el físico francés Louis de Broglie. Mientras los físicos luchaban con el problema de si la luz está formada de partículas *o* de ondas, De Broglie aventuró la idea de que está formada *a la vez* de partículas *y* de ondas. Tuvo incluso la audacia de llevar su idea a los átomos de la materia, que hasta ese momento no habían necesitado de ninguna interpretación ondulatoria. Desarrolló una teoría matemática según la cual cada pequeña partícula de materia va acompañada también por una onda. La alternativa de lo uno *o* lo otro fue, por lo tanto, sustituida por la combinación de esto *y* lo otro, y del descubrimiento de De Broglie data la dualidad de interpretaciones, que desde entonces ha sido confirmada como una consecuencia indefectible de la naturaleza estructural de la materia. En un experimento realizado por Davisson y Germer, mediante un dispositivo de interferencia, pudo demostrarse que las ondas de De Broglie existen en un haz de electrones, de tal modo que la existencia de las ondas de la materia se comprobó sin lugar a duda.

Los resultados de De Broglie fueron recogidos por E. Schroedinger, quien ideó una ecuación diferencial que se ha convertido en la base matemática de la moderna teoría cuántica, generalmente llamada mecánica cuántica. Su teoría matemática coincidió con algunas otras teorías que a primera vista parecían ser muy diferentes, desarrolladas independientemente por W. Heisenberg, M. Born y P. Jordán por un lado, y P. Dirac por otro. Todos estos descubrimientos se realizaron durante los años 1925-1926, y en un corto tiempo se desarrolló una nueva física de los elementos de la materia y se puso

en manos del físico un poderoso instrumento matemático que aún tenía que aprender a manejar. Las dificultades en el uso de este instrumento surgieron de la dualidad de las ondas y los corpúsculos. ¿Qué quiere decir que la materia está formada a la vez de ondas y de partículas? Aun cuando se tenía la teoría matemática a la mano, su interpretación presentaba grandes dificultades. Nos encontramos aquí con una situación que manifiesta la relativa independencia de un formalismo matemático; los símbolos matemáticos tienen una vida propia, por así decirlo, y llevan al resultado correcto aun antes de que el usuario de los símbolos entienda su significado último.

De Broglie había interpretado el *y* en su sentido más simple; creía que había partículas acompañadas por ondas que viajaban con la partícula y controlaban su movimiento. Schrödinger, en cambio, creyó que podía hacer a un lado las partículas, que había sólo ondas que, sin embargo, se acumulaban en ciertas pequeñas regiones del espacio de tal modo que resultaba algo semejante a una partícula. Habló de paquetes de ondas que se comportaban como partículas. Después que se demostró que las dos concepciones eran insostenibles, Born sugirió la idea de que las ondas no constituyen nada material sino que representan probabilidades. Su interpretación dio un inesperado sesgo al problema del átomo: se consideró que las entidades elementales eran partículas, cuyo comportamiento estaba regido no por leyes causales, sino por leyes de probabilidad que, por lo que se refería a su estructura matemática, asumían una forma ondulatoria. En esa interpretación las ondas no tienen la realidad de los objetos materiales, sino sólo la de magnitudes matemáticas.

Ampliando esta concepción, Heisenberg mostró que existe una indeterminación específica para la predicción de la trayectoria de las partículas, que hace imposible la estricta predicción de esa trayectoria, resultado que expresa en su *principio de indeterminación*. Con los descubrimientos de Born y Heisenberg se pasó de la interpretación causal del microcosmo a una interpretación estadística. Se vio que el acontecimiento atómico individual no era determinado por una ley causal, sino que seguía sólo una ley de probabilidad, y el *si-entonces* de la física clásica fue sustituido por un *si-entonces, en un cierto porcentaje*. Combinando los resultados de Bom y de Heisenberg, Bohr finalmente desarrolló un *principio de complementariedad*, según el cual en interpretación de Born muestra sólo un aspecto del problema; es posible también considerar las ondas como físicamente reales, concepción para la cual las partículas no existen. No hay

modo de diferenciar las dos interpretaciones, porque la indeterminación de Heisenberg hace imposible cualquier *experimento decisivo*; es decir, excluye la posibilidad de realizar experimentos suficientemente precisos para determinar cuál interpretación es verdadera y cuál falsa.

La dualidad de interpretaciones asumió de este modo su forma final: el *y* del descubrimiento de De Broglie no tiene el significado directo de que tanto las ondas como los corpúsculos existan al mismo tiempo, sino el significado indirecto de que la misma realidad física admite dos interpretaciones posibles, cada una de las cuales es igualmente verdadera, aun cuando no puedan combinarse las dos en un solo esquema. El lógico diría que el *y* no está expresado en el lenguaje de la física, sino en el *meta-lenguaje*, esto es, en un lenguaje que habla del lenguaje de la física. O, en otra terminología, el *y* pertenece no a la física, sino a la filosofía de la física; no se refiere a objetos físicos, sino a descripciones posibles de objetos físicos y, por lo tanto, pertenece al campo del filósofo.

Éste es, en suma, el resultado final de la controversia entre los partidarios de las ondas y los de los corpúsculos, que dio principio con Huygens y Newton y, después de una evolución de siglos, culminó con la mecánica cuántica de De Broglie, Schrödinger, Born, Heisenberg y Bohr. El problema de *qué es la materia* no puede resolverse exclusivamente con experimentos físicos, sino que requiere un análisis filosófico de la física. Su solución, como se ve, depende de la cuestión sobre *qué es el conocimiento*. El pensamiento filosófico que presidió el nacimiento del atomismo fue sustituido durante el siglo XIX por el análisis experimental; pero la investigación científica llegó a fin de cuentas a una etapa de complicación que necesitó un retomo a la investigación filosófica. Pero la filosofía de esta investigación no podía ser cosa de pura especulación; sólo una filosofía científica podía acudir en auxilio del físico. Para poder comprender este último desenvolvimiento tendremos que estudiar el significado de los enunciados sobre el mundo físico.

El conocimiento principia con la observación: nuestros sentidos nos dicen lo que existe fuera de nuestro cuerpo. Pero no nos sentimos satisfechos con lo que observamos, queremos saber más, queremos saber sobre aquello que no observamos directamente. Llegamos a esto por medio del pensamiento, que une los datos de la observación y los explica en función de lo no observado. Se aplica este procedimiento tanto en la vida diaria como en la ciencia. Por los charcos en la calle deducimos que ha llovido recientemente; el físico infiere por la desviación de una aguja magnética que pasa por el alambre una entidad invisible, llamada electricidad; el médico deduce de los síntomas de

una enfermedad la existencia de ciertas bacterias en la sangre del paciente. Debemos estudiar la naturaleza de esta inferencia si queremos comprender el significado de las teorías físicas.

La inferencia puede parecer trivial si no reflexionamos acerca de ella; pero en un análisis más profundo revela tener una estructura muy complicada. Usted dice que mientras se encuentra en su oficina su casa permanece en el mismo lugar, sin sufrir cambio alguno. ¿Cómo lo sabe, si no la ve cuando está en su oficina? Usted responderá que puede comprobar fácilmente lo que dice yendo a la casa y mirándola. Es cierto que la verá, pero ¿esa observación comprueba su afirmación? Lo que usted dijo fue que su casa estaba allí cuando no la veía, y lo único que comprueba es que su casa está allí cuando la ve. ¿Cómo puede saber que estaba allí cuando usted se encontraba en otro lugar?

Ya, ya veo que se está usted enfadando. Esos filósofos, dice usted, siempre tratando de confundir a todo el mundo. Si la casa estaba allí por la mañana y por la tarde, ¿cómo podía no haber existido al mediodía? ¿Cree el filósofo que un contratista echaría abajo una casa en un minuto y la construiría en otro? ¿Qué quiere decir esta pregunta estúpida?

La dificultad está en que, a menos que se pueda encontrar una respuesta mejor a esa pregunta de la que nos dan las razones del sentido común, no se puede resolver el problema de si la luz y la materia están compuestas de partículas o de ondas. Y es eso lo que señala el filósofo: el sentido común puede ser un buen instrumento mientras se trate de problemas cotidianos; pero es un instrumento deficiente cuando la investigación científica ha alcanzado cierto nivel de complicación. La ciencia requiere de una reinterpretación del conocimiento de la vida ordinaria, porque el conocimiento es en última instancia de la misma naturaleza, ya se refiera a objetos concretos o a los del pensamiento científico. Por tanto, debemos hallar mejores soluciones a los problemas simples de la vida ordinaria antes que podamos resolver problemas científicos.

El filósofo griego Protágoras, el principal entre los sofistas, se hizo famoso por su principio de la subjetividad, que él formuló del modo siguiente: “El hombre es la medida de todas las cosas, de las cosas que son lo que son, y de las cosas que no son lo que no son”. Nosotros no sabemos exactamente qué fue lo que quiso decir con esta afirmación positivamente complicada, pero supongamos que, con respecto a nuestro problema, quiso decir: “La casa existe sólo cuando la miro, pero cuando no la miro siempre desaparece”. ¿Qué podríamos decir contra esto? No dice que desaparece y aparece

nuevamente en el sentido ordinario, por las manos de los albañiles y de los carpinteros; lo que él quiere decir es que desaparece en una forma, digamos, mágica. Insistirá en que es la observación del observador humano la que produce la casa y que, por lo tanto, las casas no observadas no existen. ¿Qué argumentos podríamos presentar contra esa desaparición y esa creación mágicas realizadas por el observador humano?

Puede responderse que es posible llamar por teléfono desde la oficina y preguntar si la casa está allí todavía. Pero el que responde es un ser humano como nosotros; quizá su observación, como la nuestra, crea también la casa. Pero ¿estará allí la casa cuando nadie la observa?

Puede decirse que se puede dar la espalda a la casa y ver su sombra; por lo tanto, la casa que no se observa debe existir porque da una sombra. Pero ¿cómo sabemos que los objetos que no se observan dan sombra? Lo que hemos visto hasta este momento es que las casas que hemos observado dan sombra. Podría explicarse la sombra que se ve cuando la casa no se observa, suponiendo que las sombras permanecen aun cuando los objetos desaparezcan, y que hay sombra sin casa. No se arguya que estas sombras de objetos no existentes jamás se han observado. Eso es cierto sólo si se supone lo que se quiere demostrar, a saber, que la casa continúa existiendo cuando no se ve. Si suponemos lo contrario, como Protágoras, tenemos mucho con qué respaldar su aserto, porque hemos visto sombras en forma de casas sin haber visto casas al mismo tiempo.

Nos defenderíamos acudiendo nuevamente al sentido común. “¿Por qué debemos suponer —contestamos— que las leyes de la óptica sean diferentes para los objetos no observados? Es cierto que estas leyes se establecieron para los objetos observados, pero ¿no tenemos testimonios abrumadores de que deben ser válidas también para los objetos no observados?”. Pero, con sólo pensar un poco más, descubrimos que de ningún modo hemos llegado a esa evidencia. Y no hemos llegado a ella porque los objetos no observados no se han observado nunca.

Sólo queda una salida para esta dificultad. Debemos considerar nuestras afirmaciones sobre los objetos no observados no como afirmaciones comprobables, sino como convenciones, de las que echamos mano por mor de la gran simplificación del lenguaje. Lo que sabemos es que *si* se introduce esta convención puede trabajarse con ella sin contradicción alguna; que *si* suponemos que los objetos no observados son idénticos a los observados, llegamos a un sistema de leyes físicas válidas tanto para los objetos observados como para los no observados. Esta última afirmación, que

pertenece a la clase de juicios del tipo *si*, es un hecho que se ha comprobado que es verdadero. Demuestra que nuestro lenguaje ordinario sobre los objetos no observados es un lenguaje *admisible*. Pero no es el único admisible. Un Protágoras que dice que las casas desaparecen cuando no son observadas también habla un lenguaje admisible, siempre que esté dispuesto a cumplir con la condición de construir dos sistemas diferentes de leyes físicas, uno para los objetos observados y otro para los objetos no observados.

El resultado de esta larga discusión es que la naturaleza no nos dicta una descripción específica; que la verdad no está restringida a un solo lenguaje. Podemos medir casas en pies o en metros, podemos medir temperaturas en grados Fahrenheit o en grados centígrados; y, del mismo modo, podemos describir el mundo físico por medio de una geometría euclidiana o por una geometría no euclidiana, como lo vimos en el capítulo vm. Hablamos diferentes lenguajes cuando usamos sistemas diferentes de medida o de geometría, pero expresamos la misma cosa. La pluralidad de descripciones se repite en una forma más complicada cuando hablamos de objetos no observados. Hay muchos modos de decir la verdad; todos ellos son equivalentes en sentido lógico. También hay muchos modos de decir una cosa falsa. Por ejemplo, es falso afirmar que el hielo se funde a treinta y dos grados, si usamos la escala centígrada. Nuestra filosofía, por lo tanto, no borra la diferencia que existe entre verdad y falsedad. Pero sería miope no hacer caso de la pluralidad de descripciones verdaderas. La realidad física admite una clase de *descripciones equivalentes*; escogemos una por conveniencia, y esta elección descansa puramente en una convención, esto es, en una decisión arbitraria. Por ejemplo, el sistema decimal suministra una descripción de las medidas más conveniente que otros sistemas. Cuando hablamos de objetos no observados, el lenguaje más conveniente es el que escoge el sentido común, para el que los objetos no observados, y su comportamiento, no son diferentes de los objetos observados y su comportamiento. Pero este lenguaje se apoya en una convención.

Gracias a la teoría de las descripciones equivalentes podemos expresar ciertas verdades que el lenguaje del sentido común no puede formular. Me refiero a la verdad formulada por el enunciado de la clase *si* antes expresado: es verdad que si suponemos que los objetos no observados son idénticos a los observados, no llegamos a ninguna contradicción, o, en otras palabras, que entre las descripciones admisibles del mundo físico hay una en la que los objetos no observados se encuentran en situación de igualdad con los observados. Llamemos a esta descripción *sistema normal*. Que el mundo

físico admita un sistema normal para su descripción constituye una de las verdades más importantes. Siempre hemos tomado esta verdad por sentada; ni siquiera la formulábamos y, por lo tanto, no sabíamos que fuera una verdad. No veíamos ningún problema en ello, como el hombre que no ve problema alguno en la caída de los cuerpos porque tal observación es una experiencia demasiado general. Pero la mecánica científica principió con la formulación de la ley de los cuerpos que caen. De modo semejante, una comprensión científica del problema de los objetos no observados principia con la afirmación de que es posible una descripción de los objetos no observados, por medio de un sistema normal.

¿Cómo sabemos que es posible? Todo lo que podemos decir es que las experiencias de generaciones de hombres lo han demostrado. No debemos creer, empero, que esta posibilidad podría demostrarse por leyes lógicas. Es un hecho afortunado que nuestro mundo pueda ser descrito en forma tan simple que no resulte ninguna diferencia entre los objetos observados y los no observados. Esto es todo lo que podemos decir.

Hasta aquí hemos hablado de casas no observadas. Pero las partículas de la materia son también objetos no observados. Veamos cómo podemos trasladar nuestros resultados a ellas.

Como en el mundo de nuestra vida diaria, hay también en el mundo del átomo observables e inobservables. Lo que puede observarse son los choques entre dos partículas, o entre una partícula y un rayo de luz; el físico ha inventado ingeniosos instrumentos para apreciar los choques individuales. Lo que no puede observarse es lo que sucede durante el intervalo entre dos choques, o en el camino que va de una fuente de radiación a un choque. Estos acontecimientos son, por lo tanto, los inobservables del mundo cuántico.

Pero ¿por qué no pueden ser observados? ¿Por qué no puede usarse un supermicroscopio para ver las partículas en su trayectoria? La dificultad estriba en que para ver una partícula tenemos que iluminarla; y la iluminación de una partícula es una cosa muy diferente de la iluminación de una casa. Un rayo de luz que cae sobre una partícula la desvía de su trayectoria; lo que observamos, en consecuencia, es un choque y no una partícula que viaje con tranquilidad. Imaginemos que queremos ver una bola de billar que rueda en la oscuridad, pero que si encendemos la luz, en el momento en que la luz cae sobre la bola la desvía de su camino. ¿Dónde se encontraba la bola antes de que encendiéramos la luz? Es algo que no podríamos precisar. Afortunadamente nuestra ilustración no es verdadera en relación con las bolas de billar, puesto que son tan grandes que el impacto de un rayo de luz no

altera su camino sensiblemente. Pero sucede algo diferente con los electrones y otras partículas de la materia. Cuando los observamos, tenemos que alterar su trayectoria y, por lo tanto, no sabemos cómo se comportaban antes de la observación.

Hay una perturbación provocada por la observación incluso en el mundo macroscópico. Cuando un carro de la policía se mueve entre el tránsito de una avenida, sus ocupantes ven todos los vehículos a su alrededor moverse dentro de los límites de velocidad permitidos. Si el policía no se pusiera de vez en cuando ropas de civil y no manejara un coche ordinario, deduciría que todos los coches se mueven siempre a esa velocidad razonable. En nuestra relación con los electrones no podemos ponemos ropas de civiles: siempre que los vemos alteramos su movimiento.

Alguien dirá: tal vez sea cierto que no podemos observar cómo una partícula no perturbada recorre su camino; pero ¿no podemos calcular, por deducciones científicas, cómo se comporta cuando no la miramos? Esto nos devuelve a nuestro análisis precedente de los objetos no observados. Vimos que podemos hablar de estos objetos de varios modos; que hay una clase de descripciones equivalentes; y que preferiremos escoger un sistema normal para nuestra descripción, es decir, un sistema en el que los objetos no observados no difieran de los observados. Nuestra discusión sobre la observación de las partículas, sin embargo, ha mostrado que para las partículas no contamos con un sistema normal. El observador de los electrones es un Protágoras que crea lo que ve, porque ver los electrones quiere decir provocar choques por medio de los rayos de luz.

Hablar de partículas quiere decir atribuirles un lugar definido y una velocidad determinada cada momento. Por ejemplo, una pelota de tenis ocupa a cada momento un cierto lugar en su camino y tiene, en este momento, una velocidad determinada. Tanto el lugar como la velocidad pueden definirse en cada momento, por medio de instrumentos adecuados. Pero para las partículas pequeñas, la interferencia del observador, como Heisenberg ha demostrado, no permite medir los dos valores simultáneamente. Podemos medir la posición o la velocidad de la partícula, pero no las dos. Éste es el resultado del principio de indeterminación de Heisenberg. Surge el problema de si no existirán otros modos de determinar la magnitud no medida, métodos por medio de los cuales la cantidad no medida pueda referirse indirectamente a las magnitudes observadas. Esto sería posible si pudiéramos suponer que las magnitudes no observadas obedecen a las mismas leyes que las observadas. El análisis de la mecánica cuántica, sin embargo, ha dado una respuesta

negativa; los objetos no observados no siguen las mismas leyes que los observados, en el sentido de que surge una diferencia específica con respecto a la causalidad. Las relaciones que rigen los objetos no observados violan los postulados de la causalidad; conducen a *anomalías causales*.

Esta diferencia aparece cuando se realizan experimentos de interferencia, es decir, experimentos en los que un haz de electrones o un rayo de luz pasa por una ranura angosta y produce en una pantalla una pauta de interferencia que consiste en franjas blancas y negras. Siempre se han explicado estos experimentos por la naturaleza ondulatoria de la luz, como resultado de una superposición de las crestas y valles de las ondas. Sabemos, sin embargo, que cuando utilizamos una radiación de intensidad muy pequeña, la pauta resultante, aun cuando de la misma estructura cuando la radiación se recibe por un tiempo lo suficientemente largo, es el efecto de un gran número de pequeños impactos en la pantalla; las franjas son, por lo tanto, producidas por un tiroteo semejante al de una ametralladora. Estos impactos individuales no pueden ser explicados razonablemente como ondas. La onda llega a un amplio frente que cubre la pantalla; luego aparece un destello en sólo un punto de la pantalla, y la onda entera desaparece. Es absorbida por el resplandor, por así decir, lo cual es incompatible con las leyes ordinarias de la causalidad. Es aquí donde la interpretación ondulatoria conduce a consecuencias irrazonables o anomalías causales. Si suponemos, contrariamente, que la radiación está formada de partículas, los impactos en la pantalla pueden explicarse fácilmente. Pero surgen dificultades si se utilizan dos hendiduras. Cada partícula debe pasar entonces o por una o por la otra. La pauta de interferencia es entonces el resultado de una interacción de las dos hendiduras; pero la contribución que cada hendidura hace a la pauta total puede demostrarse que es diferente a la pauta que la hendidura produciría si la otra hendidura estuviera cerrada. Esto quiere decir que la trayectoria del otro lado de la hendidura escogida por la partícula recibirá la influencia de la existencia de la otra hendidura; la partícula sabe, por así decir, si la otra hendidura está abierta o no. Es aquí donde la interpretación corpuscular llega a una anomalía causal, esto es, a una violación de las leyes ordinarias dé la causalidad. Violaciones semejantes ocurren en todos los otros arreglos experimentales y todas las interpretaciones posibles. Este resultado se encuentra formulado en un *principio de anomalía*, que puede derivarse de los fundamentos de la mecánica cuántica.

La violación del principio de causalidad en forma de anomalías debe distinguirse cuidadosamente de la extensión expresada en la transición de las

leyes causales a las leyes de probabilidad. El que los acontecimientos atómicos sean regidos por leyes de probabilidad y no por leyes causales aparece como un resultado relativamente inofensivo si se le compara con las anomalías causales que acaban de mencionarse. Estas anomalías conciernen al principio de acción por contacto, formulando una propiedad bien establecida de la trasmisión causal: la causa tiene que propagarse continuamente en el espacio hasta alcanzar el punto donde produzca un cierto efecto. Si una locomotora empieza a moverse, los vagones del tren no la seguirán inmediatamente, sino por intervalos: la tracción de la locomotora tiene que pasar de uno a otro hasta llegar finalmente al último. Cuando se enciende un reflector, no ilumina inmediatamente los objetos a los que se dirige; la luz tiene que viajar por el espacio que media entre la fuente luminosa y los objetos, y si no se moviera a una velocidad tan alta podríamos damos cuenta del tiempo que necesita para propagarse. La causa no afecta a los objetos distantes instantáneamente, sino que se propaga punto por punto hasta afectar al objeto por contacto. Este hecho simple es una de las características más sobresalientes de todas las trasmisiones causales conocidas; el físico no abandonaría fácilmente su creencia de que esta propiedad es un factor indispensable de la interacción causal. Ni siquiera la transición a las leyes de probabilidad necesariamente implica el abandono de esta propiedad. Las leyes de probabilidad pueden construirse de tal modo que la probabilidad sea trasmitida de punto a punto, resultando una cadena de probabilidad, análoga de la acción causal por contacto. El hecho de que el análisis de los inobservables de la física cuántica nos obligue a abandonar el principio de la acción por contacto, de que conduzca a un principio de anomalía, constituye un golpe mucho más fuerte a la idea de la causalidad que la transición a las leyes de probabilidad. Este derrumbamiento de la causalidad imposibilita hablar de objetos no observados del microcosmo en el mismo sentido que de los del macrocosmo.

De esta manera llegamos a una diferencia específica entre el mundo de los objetos grandes y el mundo de los objetos pequeños. Ambos mundos se hallan construidos sobre la base de los observables por adición de los inobservables. En el mundo de los objetos de grandes dimensiones este complemento de los fenómenos observados no entraña ninguna dificultad; los inobservables siguen la norma de los observables. Sin embargo, en el mundo de los objetos de pequeñas dimensiones no puede darse un complemento razonable a los observables. Los inobservables, ya se les introduzca como partículas o como ondas, se comportan de un modo no razonable, violando las leyes establecidas

de la causalidad. No existe sistema normal para la interpretación de los inobservables, y no podemos hablar de ellos en el mismo sentido en que lo hacemos sobre el mundo de la vida cotidiana. Podemos considerar que las partículas o las ondas constituyen la materia; ambas interpretaciones se ajustan a las observaciones igualmente bien e igualmente mal.

Tal es el fin de esta historia. La controversia entre los partidarios de la interpretación ondulatoria y los de la corpuscular se ha transformado en una dualidad de interpretaciones. Que los constituyentes de la materia sean ondas o partículas es cuestión que se refiere a los inobservables, y los inobservables de dimensiones atómicas, contrariamente a los del mundo de las grandes dimensiones, no pueden ser determinados inequívocamente por el postulado de un sistema normal, porque tal sistema no existe.

Deberíamos consideramos afortunados de que esta indeterminación quede restringida a los objetos pequeños; para los objetos de grandes dimensiones desaparece, en virtud de que la indeterminación de Heisenberg, debido al pequeño tamaño del cuanto de Planck, no es apreciable en ellos. Aun para los átomos, considerados como un todo, puede prescindirse de la indeterminación, porque son bastante grandes, y podemos tratarlos como corpúsculos, sin hacer caso de las nociones ondulatorias. Sólo su estructura interior, en que partículas más ligeras, como los electrones, juegan un papel importante, requiere la dualidad mecánico-cuántica de interpretaciones.

Para comprender lo que significa la dualidad, imaginemos un mundo en el que una dualidad similar fuera válida para objetos de grandes dimensiones. Supongamos que los tiros de una ametralladora entran por las ventanas de un cuarto y que luego encontramos las balas incrustadas en las paredes, de modo que quede fuera de toda duda que el tiroteo era de balas. El paso del fuego por las ventanas, supongamos después, sigue las leyes de las ondas que pasan por hendiduras; el fuego produce, pues, en la distribución de las balas en las paredes, una pauta de franjas como las de una imagen de interferencia. Cuando abrimos otra ventana, por ejemplo, el número de balas que dan en un lugar determinado de la pared disminuye, en vez de aumentar, porque las ondas se interfieren en este punto. Si fuera imposible observar directamente una bala en su trayectoria, podríamos interpretar el fuego como consistente en ondas o en corpúsculos. Ambas interpretaciones serían verdaderas, aun cuando cada una conduciría a algunas consecuencias no razonables.

Lo irrazonable de un mundo así siempre existirá sólo en sus consecuencias, no en lo que se observa. Las observaciones individuales no serían diferentes de lo que vemos en nuestro mundo; pero su totalidad

determinaría implicaciones en contradicción con las bases de la causalidad. Tenemos la fortuna de que nuestro mundo de piedras, árboles, casas y ametralladoras no sea de este tipo. Seguramente sería muy desagradable vivir en un ambiente semejante, donde las cosas nos hicieran jugarretas a nuestras espaldas, y se comportaran en cambio de un modo razonable cuando las mirásemos. Pero no podemos inferir que el mundo de los objetos pequeños deba ser de la misma sencilla estructura que el de los grandes. Las dimensiones atómicas no se prestan a una determinación singular de los inobservables. Tenemos que aprender que sus inobservables pueden ser descritos en diferentes lenguajes, y que no hay un solo lenguaje verdadero.

Es este aspecto característico de los aconteceres mecánico-cuánticos lo que yo consideraría como el sentido profundo del principio de la complementariedad de Bohr. Cuando él llama a la descripción ondulatoria y a la corpuscular complementarias, quiere decir que para los casos en que una es la interpretación adecuada, la otra no lo es, y viceversa. Por ejemplo, al considerar la pauta de interferencia en una pantalla recurriremos a la interpretación ondulatoria; pero ante las observaciones realizadas con contadores Geiger, que revelan impactos individuales y localizados, acudiremos a la interpretación por partículas. Habrá de notarse que la palabra "complementariedad" no explica, ni elimina, las dificultades lógicas del lenguaje mecánico cuántico, sino que simplemente les da un nombre. Es un hecho fundamental que no existe ningún sistema normal para la interpretación de los inobservables mecánico-cuánticos y que tenemos que recurrir a diferentes lenguajes cuando queramos evitar las anomalías causales en distintos aconteceres. Éste es el contenido empírico del principio de complementariedad. Y debe hacerse hincapié en que esta situación lógica no tiene analogías en nuestro macrocosmo real. Por lo tanto, no creo que el problema mecánico-cuántico se aclare cuando se hace referencia a "complementariedades" tales como el amor y la justicia, la libertad y el determinismo, etc. Yo hablaría aquí más bien de *polaridades*, indicando por el cambio de nombre que estas relaciones macrocósmicas tienen una estructura muy diferente de la complementariedad de la mecánica cuántica. No tienen nada que ver con la extensión del lenguaje de los observables a los inobservables y, por lo tanto, no atañen al problema de la realidad física.

Otra actitud ha sido recurrir a una revisión de la lógica. En lugar de una dualidad o complementariedad de lenguajes, se ha construido un lenguaje de mayor contenido, lo suficientemente amplio en su estructura lógica para adaptarse a las peculiaridades del microcosmo de la mecánica cuántica.

Nuestro lenguaje ordinario se levanta sobre una lógica de dos valores, esto es, sobre la lógica de los dos valores de verdad: “verdad” y “falsedad”. Es posible construir una lógica de tres valores, con el valor de verdad intermedio de la indeterminación; en esta lógica los juicios son verdaderos, falsos o indeterminados. Con el auxilio de esta lógica, puede escribirse la mecánica cuántica en una especie de lenguaje neutral, que no habla de ondas ni de corpúsculos, sino de coincidencias, esto es, de choques, y deja sin determinar lo que sucede en el camino entre dos choques. Esta lógica resulta ser la forma última de la física de los cuantos, humanamente hablando.

El camino de los átomos de Demócrito a la dualidad de ondas y corpúsculos fue un camino largo. La sustancia del universo —en el sentido del físico y no en la connotación metafórica del filósofo que la identificó con la razón— ha resultado ser de una naturaleza muy indecisa, si se toman en cuenta las partículas sólidas en que tanto el filósofo como el científico creyeron por cosa de dos mil años. La concepción de una sustancia corpórea, semejante a la sustancia palpable de los cuerpos que nos rodean todos los días ha resultado ser una extrapolación de la experiencia sensible. Lo que el filósofo del racionalismo consideró como una exigencia de la razón —Kant llamó al concepto de sustancia un *a priori* sintético— ha resultado ser el producto de un condicionamiento por el medio. Las experiencias ofrecidas por los fenómenos atómicos obligan a abandonar la idea de una sustancia corpórea y exigen una revisión de la forma de descripción por medio de la cual representamos la realidad física. Junto a la sustancia corpórea se halla el carácter bivalente del lenguaje, y aun los fundamentos de la lógica resultan ser el producto de una adaptación al medio simple en el que nacen los seres humanos. La filosofía especulativa nunca ha mostrado un poder de imaginación que iguale a la penetración que la filosofía científica ha exhibido, guiada por los experimentos científicos y el análisis matemático. El camino de la verdad está empedrado con los errores de una filosofía demasiado estrecha de visión para entrever la variedad de experiencias posibles.

XII. LA EVOLUCIÓN

PARA el observador poco experimentado parece haber una diferencia intrínseca entre los organismos vivos y la naturaleza inorgánica. Prácticamente todas las formas de la vida animal muestran la capacidad del movimiento independiente y parecen, por razón de su comportamiento, obedecer a una actividad planeada y dirigida en beneficio del organismo mismo. No sólo en los seres humanos, sino también en algunas especies animales las actividades planeadas parecen mostrar una previsión de largo alcance de futuras necesidades: los pájaros construyen sus nidos para tener un abrigo por la noche y para procrear, el conejillo excava su refugio en la tierra y lo llena de provisiones para el invierno, y la abeja almacena miel. Y gran parte de ese comportarse con un plan determinado se dirige siempre hacia la reproducción, ese asombroso mecanismo que hace que las especies se perpetúen aun cuando los individuos mueran.

Las plantas no exhiben actividades que nos hagan creer que siguen un plan determinado; pero desde luego funcionan de tal modo que sus reacciones obedecen la finalidad de alimentar al individuo y conservar la especie. Sus raíces llegan hasta donde sea necesario para absorber el agua; mueven sus hojas hacia el sol, cuyos rayos necesitan como fuente de energía vital; y su mecanismo reproductivo asegura una progenie abundante.

El organismo vivo es un sistema que funciona tendiendo a la autoconservación y preservación de la especie; y eso es verdad no sólo en relación con esas manifestaciones visibles de la vida a las que llamamos “comportamiento”, sino también respecto del mecanismo químico del cuerpo, que se halla en la base de todo comportamiento. El proceso químico de la digestión y la oxidación de los alimentos está dispuesto de tal modo que suministre al organismo las calorías necesarias para sus actividades; y las plantas hacen uso incluso de un dispositivo por medio del cual, con la ayuda de partículas de clorofila, pueden utilizar directamente la energía radiante del sol en beneficio de su existencia.

Comparadas con el ciego funcionamiento del mundo inorgánico —la caída de las piedras, el correr del agua, el soplar del viento— las actividades de los organismos vivos parecen estar regidas por un plan, parecen hallarse dirigidas hacia una finalidad determinada. El mundo inorgánico es regido por las leyes de causa y efecto; el pasado determina el futuro por medio del

presente. Para los organismos vivos esta relación parece invertirse; lo que sucede ahora está dispuesto de tal modo, que sirve a una finalidad futura, y los acontecimientos del presente parecen estar determinados por el futuro más que por el pasado.

A esta determinación en función del futuro se la llama *teleología*. En su concepción de una causa final, Aristóteles ha asignado a la teleología, o *finalidad*, un lugar paralelo al de la *causalidad* en la descripción del mundo físico. Desde los tiempos de Aristóteles el científico se ha enfrentado a la doble naturaleza del mundo físico: en tanto que la naturaleza inorgánica aparecía regida por las leyes de causa y efecto, la naturaleza orgánica parecía estar controlada por la ley de la finalidad y el medio. Por lo tanto, se asigna a la finalidad la función de paralelo lógico de la causalidad; una parece tan fundamental como la otra; y al físico, que piensa sobre la naturaleza en función de la causa y el efecto solamente, se le considera como víctima de la falacia de la preocupación vocacional, que ciega al hombre a las exigencias de la investigación fuera de su estrecho campo de acción.

Aun cuando esta concepción de un paralelismo entre la causalidad y la finalidad tiene el aspecto del veredicto de un observador imparcial, escuchamos sus pretensiones con reticencia y no podemos evitar la sospecha de que hay algo fundamentalmente falso en esta tesis. La física no es un paralelo de la biología, sino una ciencia más elemental. Sus leyes no se detienen ante los cuerpos vivos, sino que abarcan tanto a los cuerpos orgánicos como a los inorgánicos, en tanto que la biología se limita al estudio de las leyes específicas que, además de las leyes físicas, rigen a los organismos vivos. No hay excepciones a las leyes físicas conocidas en la biología. Los cuerpos vivos caen como lo hacen las piedras abandonadas en el aire; no pueden producir energía de la nada, cumplen todas las leyes de la química en sus procesos digestivos; no hay ley física a la que haya que restringir por la afirmación de que “a menos que el proceso se realice en un organismo vivo”.

Si los organismos vivos exhiben propiedades que requieren la formulación de leyes específicas que hay que añadir a las de la física, no tiene nada de raro. Sabemos que los cuerpos calientes exhiben propiedades de las que no habla la mecánica, que un alambre por el que pasa una corriente eléctrica muestra propiedades que ni la mecánica ni la termodinámica pueden explicar. No hay ninguna dificultad lógica en atribuir a la materia de un estado de organización más complejo propiedades que la materia de un estado más

simple no revela. Pero resulta inadmisible suponer que la materia viva posea propiedades que contradigan a las de la materia inorgánica.

A decir verdad, la teleología se opone a la causalidad. Si el pasado determina el futuro, entonces el futuro no determina el pasado, al menos en el sentido en el que la palabra "determina" se usa en esta frase. Hay un sentido estático de la palabra para el que la determinación funciona en las dos direcciones; por ejemplo, el número x determina su cuadrado x^2, y el cuadrado x^2 determina su raíz positiva x. Pero la causalidad es una determinación en el sentido genérico. El viento determina la forma encorvada de los árboles, pero lo opuesto no es verdadero. Es cierto que por la flexión de los árboles podemos inferir la dirección del viento; pero si decimos que en este sentido la flexión del árbol determina la dirección del viento, usamos la palabra "determinación" en el sentido estático de una simple correlación. El árbol curvado es una señal de la dirección del viento, pero no lo origina, en tanto que el viento origina la forma curvada del árbol. La palabra "originar" no necesita considerarse como inaccesible al análisis lógico; he explicado antes (capítulo X) que el carácter unidireccional de la causalidad es susceptible de formulación lógica. Si nuestra concepción del fluir del tiempo debe tener un significado, la causalidad se opone a la teleología; la determinación en un sentido genérico sólo puede realizarse en una dirección. Una interpretación para la cual la vida es algo esencialmente diferente de los procesos físicos y es regida por la finalidad más que por la causa es incompatible con la idea de la dirección del tiempo. El biólogo que acude al sentido común al intentar sostener esa supuesta dualidad no debe olvidar que al mismo tiempo se opone al sentido común en otro terreno: abandona el concepto del devenir.

Un análisis más detenido muestra que en este dilema el teleólogo no tiene argumentos para sostener su defensa. Siempre que interviene una acción de finalidad, lo que determina la acción no es el acontecimiento futuro, sino la previsión de éste por un ser vivo. Sembramos una semilla para que nazca un árbol; lo que determina nuestra acción no es el futuro árbol, sino nuestras representaciones presentes del árbol futuro, por las que anticipamos su existencia futura. Que ésta es la interpretación lógica correcta lo demuestra el hecho de que el retoño pueda ser destruido de modo que ya no haya árbol alguno; el hecho futuro anticipado, pues, no acontece nunca, en tanto que la acción actual, enterrar la semilla, no cambia. Y lo que no sucede nunca no puede de ningún modo determinar lo que sucede ahora. La determinación genérica se orienta del pasado al porvenir y no viceversa. La acción

intencionada, tal como se observa en la conducta humana, es falsamente interpretada cuando se la considera como una determinación genérica del pasado por el porvenir. Ni el sentido, común ni la ciencia pueden aceptar una determinación genérica que contradice a la causalidad. El paralelismo entre la teleología y la causalidad es el resultado de una mala interpretación lógica.

¿Qué es, pues, lo que queda de la teleología? Si un propósito ha de ser compatible con la causalidad, la determinación del presente no puede ser producto del porvenir, sino una determinación en términos de un plan. Un plan, sin embargo, puede surtir efecto sólo por medio de un organismo con las posibilidades de pensar. Pero la organización teleológica va mucho más allá de la especie *Homo sapiens*. No podríamos decir que un conejillo que almacena sus provisiones sigue un plan, y nadie se atrevería a decir que una planta lleva adelante el plan de reproducir su especie cuando deja caer sus semillas a tierra. Una formulación que evite antropomorfismos debe ser expresada con palabras cuidadosamente escogidas: las actividades de los organismos vivos presentan una pauta del tipo que los organismos seguirían si actuaran de acuerdo con un plan. Inferir de este hecho la existencia de un plan, que en alguna forma mística rija la conducta de los organismos, significa interpretar el mundo orgánico entero por analogía con la conducta humana, significa sustituir una explicación por una analogía. La teleología es analogismo, seudoexplicación; pertenece a la filosofía especulativa, pero no cabe dentro de la filosofía científica.

¿Cuál es, pues, la explicación correcta? Queda ahí el hecho de que la actividad de los organismos representa una pauta como si estuviera regida por un plan. ¿Haremos constar esto como una pura coincidencia, como un producto de la casualidad? La conciencia del estadígrafo se rebela ante esta concepción: la probabilidad de tal coincidencia sería tan pequeña que no podemos aceptar esta interpretación. La búsqueda de una explicación causal parece haber llegado a un callejón sin salida. ¿Cómo puede la causalidad aparentar una conducta dirigida hacia una finalidad?

Una persona que viera por primera vez las guijas de una playa muy bien podría imaginarse que fueron depositadas de acuerdo con cierto plan. Cerca del mar, en parte cubiertas por el agua, se encuentran las guijas mayores, seguidas, al acercarse a la playa, por otras más pequeñas, a su vez seguidas por capas de arena, primero unas de granos ásperos, hasta llegar a la arena fina de las partes más altas. Parece como si alguien hubiera arreglado la playa, disponiendo minuciosamente las guijas y los granos de arena de acuerdo con su tamaño. Sabemos que es innecesaria esta interpretación antropomórfica; el

agua transporta las guijas y lanza las más ligeras muy lejos, automáticamente distribuyéndolas por tamaños. Ciertamente el golpe de cada ola sigue el modelo irregular de la casualidad; y nadie podría prever el lugar donde una guija irá a caer. Pero actúa una selección; siempre que una guija grande y otra pequeña sean transportadas por la misma ola, la pequeña será arrojada un poco más lejos. La casualidad en combinación con la selección produce orden.

El gran descubrimiento de Charles Darwin consistió en ver que la aparente teleología de los organismos vivos puede explicarse de modo semejante por una combinación de casualidad y selección. Como casi todas las grandes ideas, el principio de la selección de Darwin había sido entrevisto en los tiempos antiguos. El filósofo griego Empédocles expuso la fantástica teoría de que los seres vivos salen de la tierra en forma de fragmentos; miembros, cabezas y cuerpos, moviéndose de un lado a otro, se unieron por casualidad formando extrañas combinaciones, y sólo las más aptas sobrevivieron. Pero una buena idea expuesta dentro de un marco teórico insuficiente pierde su poder explicativo y es olvidada hasta que se la redescubre y se inserta en una teoría concluyente. El principio darwiniano de la selección natural y de la supervivencia del más apto fue elaborado por medio de la investigación científica y presentado en el marco de una acabada teoría de la evolución. Por esta razón el nombre de “darwinismo” ha pasado a denotar la concepción de una evolución por medio de la selección natural. Y el alcance de su obra científica justifica la preferencia dada a Darwin sobre su más joven contemporáneo, A. R. Wallace, quien desarrolló la idea de la selección natural independientemente, pero cuyos trabajos científicos no se comparan con los vastos logros de Darwin.

Cuando clasificamos las especies existentes según su grado de diferenciación, siempre yendo de una especie a la que se le asemeja más en estructura anatómica y constitución orgánica, llegamos a un orden *sistemático*, esto es, a una serie en que relaciones de semejanza señalan a cada especie su lugar en la escala. En el extremo de la escala tenemos los seres humanos; debajo de ellos los monos, que son seguidos a su vez por los otros mamíferos; y siguiendo la línea de las aves, los reptiles y los peces, pasamos a distintas formas de animales marinos, hasta llegar al grado ínfimo, representado por organismos vivos unicelulares, amibas. Darwin indujo que el *orden sistemático* de especies coexistentes representa el *orden histórico* de su génesis, que la vida principió con amibas unicelulares y en el curso de millones de años se continuó en formas cada vez más altas.

La inferencia es buena lógica inductiva. Todo el mundo la aplicaría en casos más simples. Imaginemos que una efímera, que no vive más que un día, observara los distintos tipos de seres humanos: vería niños de pecho, chiquillos, adolescentes, adultos y viejos, pero no notaría ningún desarrollo en ellos ni ningún cambio. Si entre las efímeras apareciera un Darwin, tal insecto sorprendente muy bien podría inferir que las etapas coexistentes de los seres humanos que observa representan una sucesión histórica. Por lo que se refiere a la proporción de tiempo, la efímera se encuentra en mucho mejor situación que nosotros: en comparación con el largo periodo en que se ha realizado la evolución, la vida humana es mucho más breve que la vida del insecto respecto de la más larga vida de un ser humano. Ésa es la razón de que no podamos realmente observar el cambio evolutivo, para el cual aun los seis mil años de vida humana histórica no constituyen sino un periodo infinitesimal. De modo que siempre tendremos que depender de una inferencia del orden sistemático al orden histórico, una inferencia del orden de lo simultáneo al orden de la sucesión.

Hay, claro está, otros testimonios en favor de esta inferencia. Ahí tenemos los hallazgos de la geología: las diferentes capas geológicas contienen fósiles de distintas clases, pero dispuestos de tal modo que las formas más diferenciadas se encuentran en los estratos superiores. Parece, por lo tanto, legítimo identificar el orden espacial de los estratos con el orden temporal en el que fueron depositados. En consecuencia, la geología guarda un registro del estado que la vida animal alcanzó en cada época. Aún más, las excavaciones nos han suministrado especímenes de muchas especies ausentes en el orden sistemático de las especies existentes en la actualidad, que han llenado los vacíos. En especial, el eslabón faltante entre el hombre y el mono fue descubierto en algunos especímenes de cráneos que combinaban los pronunciados arcos ciliares de los monos con una capacidad craneana mayor que la de éstos, aun cuando menor que la del hombre; la frente huidiza dejaba poco espacio para el área prefrontal del cerebro. El cerebro de este hombre-mono hacía posibles ciertas actividades mentales, aun cuando la facultad de beneficiarse por la experiencia al recordar las consecuencias de respuestas anteriores a la experiencia, residente en el área prefrontal del cerebro, se hallaba desarrollada en grado muy limitado. Incidentalmente, ahora se considera al hombre-mono como antecesor tanto del hombre como de los antropoides actuales, de modo que éstos representan más bien una ramificación que antecesores del hombre.

Si juzgamos concluyente la evidencia mencionada, tenemos que admitir el hecho de una evolución de la vida, de la amiba al hombre. Pero queda aún la cuestión del *porqué* de esta evolución. ¿Por qué alcanzó la vida formas superiores? La evolución da la impresión de ser un proceso que se cumple de acuerdo con un plan; en realidad, se inclinaría uno a decir que la evolución ofrece el más firme argumento en favor de la teleología que pudiera imaginarse.

Es aquí donde la más grande contribución de Darwin interviene: Darwin advirtió que el progreso de la evolución podía ser explicado en función de la causalidad exclusivamente, sin requerir ninguna concepción teleológica. Las variaciones causales de la reproducción producen diferencias entre los individuos, que implican adaptaciones distintas para la supervivencia; en la lucha por la existencia sobreviven los más aptos, y como éstos trasmiten sus capacidades a su progenie, resulta un cambio progresivo hacia formas cada vez más altas. Como las guijas en la playa, las especies biológicas son ordenadas merced a una causa selectiva. La casualidad en combinación con la selección produce orden.

La teoría de la selección de Darwin ha sido muy discutida y ha sido perfeccionada, pero nunca se han trastornado sus fundamentos. Influido por su gran predecesor Lamarck, Darwin creía en la herencia de los caracteres adquiridos; pensaba que la adaptación funcional, que un individuo adquiere por el ejercicio, es trasmitida a su progenie. Se ha discutido mucho esto, así como el papel que este punto desempeñaba para Darwin en la propia concepción de su teoría. Dos afirmaciones precisas, sin embargo, pueden hacerse hoy: primero, que todos los testimonios experimentales con que contamos hoy refutan la herencia de los caracteres adquiridos; segundo; que el “darwinismo” no necesita ningún supuesto de esta clase. Combinando la idea darwiniana de la selección natural con ciertos descubrimientos experimentales, la biología moderna ha suministrado una explicación satisfactoria de los cambios hereditarios “dirigidos”, liberándose así del “lamarckismo”.

Esta explicación se basa en la demostración experimental de las *mutaciones*, esto es, de los cambios en la sustancia hereditaria de los individuos. Tales mutaciones pueden producirse artificialmente por rayos X o por medio del calor. En la naturaleza se deben a causas fortuitas y no obedecen a ninguna adaptación del individuo a sus condiciones de vida. Muchas de estas mutaciones fortuitas son inútiles; pero si ocurren mutaciones útiles, dotan a los individuos de mejores capacidades para sobrevivir. Una vez

demostrada la existencia de mutaciones como resultado de causas fortuitas, se deja el resto a las leyes de la probabilidad que, por muy lentas que sean en su actuar, producen eventualmente formas de vida cada vez más elevadas.

Ninguna crítica podría disminuir la fuerza persuasiva de esta prueba. Si se objeta que la mayor parte de las mutaciones son tan pequeñas que no entrañan un avance visible en la capacidad de supervivencia, el teórico de la probabilidad responderá que las variaciones fortuitas ocurren en todas direcciones, hasta acumularse por puro azar en una dirección que produzca un avance visible en la capacidad de supervivencia. La pequeñez de las mutaciones puede retrasar él proceso de la evolución, pero no detenerlo. Si se objeta que muchas mutaciones son inútiles, la respuesta es que basta con que *haya* algunas mutaciones útiles. La selección en la lucha por la existencia es un hecho irrefutable, y la casualidad en combinación con la selección produce orden. No hay escapatoria de este principio. La teoría darwiniana de la selección natural es el instrumento por medio del cual la aparente teleología de la evolución se reduce a causalidad. Los problemas de la mutación y de la herencia han sido estudiados en todas sus ramificaciones por los modernos genetistas y todavía tendrán que explorarse más; pero la necesidad de la teleología es eliminada por el principio de Darwin.

La teoría de la evolución se ha basado hasta ahora solamente en pruebas indirectas. ¿Podrá obtenerse alguna vez una prueba directa, digamos, produciendo seres humanos en el tubo de ensayo?

Copiar dentro del breve tiempo de un experimento de laboratorio un proceso que la naturaleza necesitó millones de años para realizar parecería ser pedir demasiado, si aquélla no ofreciese copias a corto tiempo de este proceso en el desarrollo del embrión de cada ser humano. Este desarrollo principia con la etapa unicelular y continúa en etapas cada vez más complejas, que, como Haeckel demostró, resumen la historia entera de la evolución, aun cuando en forma más simplificada. Hay, por ejemplo, una etapa en la que el embrión humano exhibe ranuras branquiales y la apariencia exterior apenas se distingue de la del embrión de un pez. No resulta demasiado descabellado pensar en la posibilidad de poner el óvulo fertilizado de un mamífero en un tubo de ensayo para desarrollarlo en un individuo completo. Pero el experimento no demostraría mucho, porque la materia inicial, el óvulo fertilizado, sería un producto natural y no el resultado de una síntesis química. La posibilidad de que puedan producirse artificialmente células espermáticas y ovulares de mamíferos es sumamente controvertible. El biólogo moderno se conformaría con producir siquiera una amiba por procesos sintéticos.

Pero un experimento semejante de hecho sería un argumento muy concluyente. Las pruebas indirectas que tenemos en favor de la evolución de la amiba al ser humano son de tanto peso que apenas requieren una ampliación por experimentación directa. La producción de sólo una célula viva a partir de materia inorgánica es el problema más urgente a que se enfrenta el biólogo que quiere dejar completa la teoría de la evolución. Un experimento que conduzca a esto puede no estar tan distante. El estudio de los cromosomas ha demostrado que los genes —porciones del filamento cromosómico que trasmiten los caracteres individuales— no son más grandes que las mayores moléculas de albúmina. Tal vez los biólogos puedan producir algún día moléculas sintéticas de albúmina del tipo de los genes y del tipo del protoplasma, juntarlas y producir así un agregado con todas las características de una célula viva. Si tal experimento tuviera éxito, demostraría de modo incontrovertible que el origen de la vida puede remontarse a la materia inorgánica.

El problema de la vida no entraña contradicciones con los principios de una filosofía empírica; tal es el resultado de la biología del siglo xrx. La vida puede explicarse dentro de la misma línea que todos los demás fenómenos naturales, y la biología no necesita para ello principios que violen las leyes de la física. La aparente teleología de los organismos vivos es reducible a la causalidad. La vida no necesita la existencia de una sustancia inmaterial, de una *fuerza vital*, de una *entelequia*, o de cualquiera de los nombres que se han propuesto para esa entidad sobrenatural. La filosofía del *vitalismo*, que sostiene la existencia de una sustancia vital específica de esta clase, históricamente debe clasificarse como descendiente del racionalismo filosófico. Surge de una filosofía que dota la mente del poder de controlar el universo y buscar una biología que explique el origen de la mente en una sustancia no sujeta a las leyes del mundo físico. El empirismo se manifiesta no sólo en las construcciones del filósofo, sino también en la actitud con que el científico realiza su investigación experimental. En este sentido la biología moderna es empirista, aun cuando algunos de los biólogos todavía se esfuercen por combinar sus trabajos científicos con una filosofía vitalista.

La evolución de la vida no es sino el último capítulo de una historia mayor, la historia de la evolución del universo. Desde las cosmogonías llenas de fantasía de los antiguos, la cuestión de cómo se originó el universo ha cautivado a la mente humana. La ciencia moderna, haciendo uso de precisos métodos de observación y de inferencia, ha dado una respuesta más fantástica de lo que pudieran haber soñado los antiguos. Quisiera dar un breve resumen

de estas teorías, que muestran el poder del método científico en uno de sus más extraordinarios logros.

Primero era preciso un paso lógico: en lugar de preguntarse cómo se originó el universo, el científico se pregunta cómo llegó a ser el universo lo que es ahora. Busca una evolución a partir de estados anteriores al estado presente y trata de remontarse hasta lo más distante de esta historia. Si falta o no algo más que preguntarse, es cosa que trataré ahora.

La primera respuesta la ofrecen los resultados de la investigación geológica, que revelan que la corteza de la Tierra se formó por el enfriamiento de una esfera de gas incandescente. El interior de la Tierra está aún en estado incandescente; la costra original puede verse en las rocas graníticas, sobre las cuales los océanos han depositado las capas de sedimento que forman la mayor parte de la superficie de nuestros continentes. Aun cuando parezca extraño, la duración del proceso formativo de la corteza se mide por una especie de reloj geológico, cuya esfera la ciencia ha aprendido a leer. Los elementos radiactivos, uranio, torio, etc., se desintegran a ritmos bien conocidos, hasta convertirse en materias más durables y finalmente terminar transformados en plomo. Midiendo la cantidad de material radiactivo en proporción con la cantidad de plomo, tal como se encuentra en la superficie de la Tierra en la presente etapa, el geólogo puede determinar qué tiempo fue necesario para llegar a semejante materia a partir de sustancias radiactivas puras. Suponiendo que en el estado gaseoso de la Tierra se originaron los elementos radiactivos cuando aún no existían productos de desintegración, el geólogo puede identificar la edad de la corteza de la Tierra con este momento. De ese modo se encuentra que la edad de la Tierra es de alrededor de dos mil millones de años.

La segunda respuesta se refiere a las estrellas. Una estrella fija, como nuestro sol, evidentemente sufre una evolución; emite una enorme proporción de radiación y debe contar con fuentes de energía suficientes para reponer esta constante pérdida. Una de estas fuentes es la gravitación, como lo advirtió Helmholtz; la estrella se contrae, y la materia que se mueve hacia el centro transforma su velocidad en calor. Una fuente más poderosa es la transformación de los elementos, como la que ocurre en los procesos explosivos de la bomba atómica. A la alta temperatura existente en el interior de la estrella —se calcula que el sol tiene una temperatura de veinte millones de grados centígrados en su centro— los procesos de integración y desintegración nuclear se realizan permanentemente, y la masa se transforma en energía. Estos procesos fueron analizados por Bethe, Gamow y otros, a la

luz de recientes descubrimientos sobre la formación de los núcleos atómicos. El principal proceso abastecedor de energía lo constituye la formación de helio a partir de hidrógeno, que libera grandes cantidades de energía, en tanto que la pérdida de masa de la sustancia es relativamente pequeña. (Éste es el proceso que se trata de copiar por medio de la bomba de hidrógeno). Los cálculos acerca del sol demuestran que la "combustión" de sus existencias de hidrógeno da margen para una vida de unos doce mil millones de años, de los cuales han pasado ya dos mil millones. Durante este proceso el sol lentamente irá calentándose más y más, hasta alcanzar un máximo, después del cual sufrirá un enfriamiento rápido.

La teoría de la evolución de una estrella es confirmada por inferencias de un tipo muy diferente, semejantes a las inferencias usadas en la teoría de la evolución de Darwin. Para la totalidad de las estrellas visibles en el cielo nocturno, los astrónomos han descubierto un orden sistemático, que puede considerarse reflejo del orden histórico de las etapas por las que ha pasado cada una. Una vez más la inferencia del orden sistemático de lo simultáneo al orden de la sucesión temporal demuestra su poder. Fue más difícil aplicar esta inferencia a las estrellas que a los sistemas biológicos, pues el orden sistemático de las estrellas no se distingue fácilmente. La base de estas investigaciones es un diagrama estadístico preparado por los astrónomos H. N. Russell y E. Hertzsprung. En este diagrama se clasifican las estrellas según su tipo espectral, esto es, según ciertas líneas que muestra el espectroscopio en la luz de la estrella y que indican su temperatura. En combinación con el brillo de la estrella, el tipo espectral lleva a una cierta disposición de las estrellas en una serie. Si se considera que el orden sistemático construido de este modo expresa la sucesión histórica media de las etapas de la vida de una estrella, esta interpretación corresponde a las conclusiones derivadas de las concepciones sobre la generación de calor en el interior de las estrellas. Las estrellas jóvenes son esferas de gas de enorme tamaño y de una densidad de materia muy baja; su luz es rojiza porque su temperatura no es muy alta. Las estrellas viejas son de pequeño volumen, pero de mayor densidad de materia. Mientras su temperatura es alta dan luz blanca; cuando finalmente se enfrían, se hacen invisibles. Entre las etapas de la gigante roja y de la enana blanca se extiende la historia de la vida de una estrella. El fin no es muy halagador: nuestro sol se calentará por algún tiempo y hará que los océanos hiervan, así que la humanidad tendrá que emigrar a un planeta más lejano; pero finalmente se enfriará y se convertirá en un pedazo de materia muerto y frío en cuyo alrededor ninguna vida será posible. Como

todos los astros correrán el mismo destino, el universo, al andar de los tiempos morirá la muerte de la igualación de la energía, previsto por el segundo principio de la termodinámica (capítulo X).

La tercera respuesta se refiere a la historia de las galaxias. Una galaxia es una acumulación de cientos de millones de estrellas. Nuestro sol con su sistema planetario pertenece a la galaxia cuya periferia vemos en el cielo nocturno como la Vía Láctea. Son otras galaxias las nebulosas espirales, a millones de años luz de nuestra propia galaxia, separadas de nosotros y entre sí por espacios vacíos. Observaciones espectroscópicas, realizadas primeramente por Hubble, muestran que prácticamente todas las galaxias se alejan de nosotros a grandes velocidades, tanto mayores cuanto más lejos se encuentren de nuestro sistema las nebulosas espirales. Suponiendo que cada galaxia siempre se haya movido a la misma velocidad en su camino, podemos calcular de dónde partió. Los cálculos muestran que las galaxias, hace unos dos mil millones de años, estaban todas muy próximas, y es de suponerse que formaban una colosal esfera de gas a una altísima temperatura.

La cifra de dos mil millones de años como resultado de todas estas computaciones es harto sorprendente. El origen de nuestro universo, de nuestro sol y de nuestra Tierra parece encontrarse hace dos mil millones de años. Los cielos revelan una evolución que apunta a un origen común en una fecha remota registrada en las cifras de la espectroscopia y la geología. Aun los fragmentos de meteoritos atrapados por la Tierra en su camino a través del universo, muestran la misma fecha impresa en su materia en términos de productos de desintegración radiactiva. Hubo una vez una enorme esfera de gas incandescente, amiba de la que surgió el universo… Así empieza la historia de la evolución.

¿Es esto todo lo que podemos preguntar? La ciencia ha encontrado el origen del universo en una fecha que cae hace dos mil millones de años. ¿Qué hubo antes de esa fecha? ¿Podemos preguntar cómo se originó la primordial esfera gaseosa?

Quien se haga esta pregunta entrará en el terreno filosófico; y el científico que trata de responder a ella se convierte en filósofo. Por lo tanto, quisiera explicar lo que el filósofo moderno respondería.

Los filósofos del tipo especulativo respondieron a la cuestión inventando una cosmogonía que puso la ficción en lugar de la ciencia, o habló de un acto de creación de la materia a partir de la nada, respuesta que no es sino un malamente disfrazado “no sabemos”. Ir más allá y basar esta respuesta en un

“nunca sabremos” significa arrogarse, a guisa de humildad, la capacidad de prever los futuros avances científicos.

El filósofo moderno reacciona de un modo diferente. Se rehúsa a dar una respuesta definitiva, que liberaría al científico de su responsabilidad. Todo lo que puede hacer es poner en claro aquello que puede preguntarse con sentido y esbozar varias respuestas posibles, dejando al científico que diga algún día cuál respuesta es la verdadera. En realidad, la moderna física ha contribuido considerablemente a esta tarea lógica y encontrará los caminos de más soluciones todavía, en caso de que las respuestas posibles conocidas al presente resultaran insuficientes.

Preguntarse cómo fue que la materia se originó de la nada, o preguntar por la causa primera en el sentido de una causa del primer acontecimiento, o del universo en conjunto, no es una pregunta que tenga sentido. Explicar en función de causas quiere decir señalar un acontecimiento anterior conectado con el posterior según leyes generales. Si hubiera un primer acontecimiento, no podría tener una causa, y no tendría sentido pedir una explicación. Pero no necesita haber habido un primer acontecimiento; podemos imaginar que todo acontecimiento fue precedido por otro anterior, y que el tiempo no tiene principio. La infinitud 'del tiempo, en ambas direcciones, no ofrece dificultad alguna de comprensión. Sabemos que la serie de los números no tiene fin, que para cada número hay otro número mayor. Si incluimos los números negativos, la serie de los números no tiene tampoco principio; para todo número hay un número menor. Las series infinitas sin principio ni fin han sido manejadas con éxito en las matemáticas; no hay nada paradójico en ellas. Objetar que debe haber habido un primer acontecimiento, un principio de tiempo, es una actitud de la mente poco ejercitada. La lógica no nos dice nada sobre la estructura del tiempo. La lógica nos ofrece medios para trabajar con series infinitas sin principio, así como con series con principio. Si la evidencia científica se inclina en favor de un tiempo infinito, partiendo de la infinitud y yendo hacia la infinitud, la lógica no tiene ninguna objeción que hacer.

Se ha vuelto uno de los argumentos favoritos de las filosofías anticientíficas decir que la explicación debe detenerse en algún punto, que hay problemas que no pueden resolverse. Pero los problemas a que se refieren están planteados en términos mal aplicados. Ciertas palabras con un sentido en cierta combinación pueden no tener sentido alguno en otra. ¿Podría existir un padre que no tuviera nunca un hijo? Cualquiera se reiría del filósofo que tomara en serio esta pregunta. El problema de la causa del primer acontecimiento, o del universo en conjunto, no es mejor que aquel problema.

La palabra “causa” denota una relación entre dos cosas y no es aplicable si se habla sólo de una. El universo, como un todo, no tiene causa, ya que, por definición, no hay nada fuera de él que pudiera ser su causa. Esta clase de problemas no son otra cosa que verbalismos vacíos, no argumentos filosóficos.

En lugar de preguntarse por la causa del universo, el científico puede sólo preguntarse por la causa del presente estado del universo; y su tarea consistirá en hacer retroceder lo más que puede el tiempo a partir del cual esté en condiciones de explicar el universo en función de las leyes de la naturaleza. Hasta este momento la fecha cae hace dos mil millones de años, tiempo considerable; y derivar la crónica de su desarrollo a base de observaciones astronómicas constituye una realización científica de primer orden. Tal vez un día pueda correrse la fecha otros dos mil millones de años atrás.

Queremos correr la fecha a un periodo anterior porque una esfera gaseosa caliente, concentrada en un lugar estrecho rodeado de espacio vacío, no es un estado adecuado para un principio, y pide una explicación en términos de una historia anterior. No es un estado que pueda haber existido por largo tiempo, porque no es un estado de equilibrio. Tal vez algún día se interprete la esfera gaseosa como una nebulosa en un superuniverso, que sufrió una evolución semejante a la del nuestro. No sabemos qué es lo que nos enseñarán los telescopios del futuro, tal vez nos traigan un mensaje de nebulosas espirales más lejanas, no pertenecientes a nuestro sistema en expansión. (Ver nota en página 223).

La teoría de la relatividad de Einstein suministra una interpretación más satisfactoria de la esfera gaseosa inicial. Según Einstein el universo no es infinito, sino un espacio riemanniano cerrado de tipo esférico. Esto no quiere decir que el universo se halle encerrado dentro de una especie de cascarón esférico, encerrado a su vez dentro de un espacio infinito. Quiere decir que el espacio total es finito, sin linde alguno. Dondequiera que nos encontremos, siempre habrá espacio alrededor de nosotros en todas direcciones, y no podrá verse ningún fin; pero si avanzamos en línea recta, algún día regresaremos a nuestro punto de partida por la dirección opuesta. Podemos comparar estas propiedades del espacio tridimensional con las propiedades observables de la superficie bidimensional de la Tierra, que en todas partes muestra el aspecto de una superficie prácticamente plana, en tanto que la totalidad de estas áreas es cerrada, de modo que quien avance en línea recta regresará finalmente a su punto de partida. Como todas las demás concepciones de la geometría no euclidiana, el espacio cerrado es susceptible de representación, aun cuando

esta representación requiere alguna práctica para vencer el condicionamiento de un medio geométrico más simple.

Estas concepciones de Einstein fueron enmendadas por los matemáticos Friedmann y Lemaître con el supuesto de que el espacio finito total no tiene un tamaño constante, sino que se expande. Podemos comparar esta expansión al estiramiento de la superficie de un globo de hule que se infla. Hace unos dos mil millones de años, el espacio universal era muy pequeño y se hallaba lleno de gas primordial, pero desde entonces se ha ido expandiendo al ritmo indicado por la velocidad de las galaxias que se alejan. Es un hecho muy importante que las matemáticas relativistas abran paso a la posibilidad de semejante universo en expansión, aun cuando no conduzcan a una respuesta carente de ambigüedad. Las ecuaciones de Einstein son lo que el matemático llama ecuaciones diferenciales, que son compatibles con varias soluciones diferentes. El físico trata de dar con la solución que mejor se ajuste a los resultados de la observación. Los datos astronómicos son por el momento todavía demasiado exiguos para ofrecer una respuesta definitiva.

Una solución muy satisfactoria del problema del principio del universo se encontraría si, en lugar de dejar siempre a otra fase de la ciencia retrasar el momento de la etapa inicial, pudiéramos hallar una fórmula que determinara para cada estado un estado anterior, controlando de ese modo toda la evolución en relación con un pasado infinito. El universo en expansión ofrece esta posibilidad, porque existen soluciones de las ecuaciones relativistas en el sentido de que el universo necesitó un tiempo infinito para pasar del tamaño nulo al pequeño tamaño de hace dos mil millones de años. La solución podría variar también en el sentido de que la etapa inicial en el pasado infinito tuviera un volumen finito pequeño. A este cuadro matemático podríamos añadir la siguiente interpretación: mientras el universo fue pequeño, el gas que lo llenaba se encontraba en condición estable; no fue sino a partir de cierto tamaño cuando el gas se desintegró en fragmentos individuales, que en virtud de la atracción de la gravitación se convirtieron en estrellas. Combinada con esta interpretación, la fórmula matemática del universo en expansión podría responder a todas las preguntas razonablemente planteadas; no diría que el universo tuvo alguna vez tamaño nulo, o las pequeñas dimensiones del límite, ya que sólo mantendría una convergencia asintótica, pero respondería de un golpe todas las cuestiones del tipo “cuál fue la causa de este estado”, señalando un estado anterior a todo estado dado. La cuestión del origen del universo podría entonces responderse en la misma forma que la cuestión del número más pequeño: la fórmula de la expansión diría que el

origen del universo no existe, pero que existe una serie infinita de estados calculables ordenados en el tiempo. Queda ahora por ver si esta interpretación es compatible con los datos astronómicos.

Una concepción un poco diferente dentro de pautas semejantes fue desarrollada por Eddington. Un pequeño universo cerrado lleno de gas incandescente puede durar largo tiempo y está, así, en equilibrio, opuestamente a una esfera de gas suspendida en un universo infinito. Pero no se trata de un equilibrio estable, por cuanto la más pequeña perturbación inicia una expansión, que conduce a la evolución de doce mil millones de años calculados por las leyes de la astrofísica. En la inestabilidad a que se refiere esta concepción puede verse una consecuencia de las ecuaciones relativistas. Después del periodo de evolución, el universo logra el equilibrio otra vez, pero está muerto en virtud de la degradación termodinámica, lo que quiere decir que el equilibrio es estable y que pequeñas perturbaciones no pueden iniciar ningún cambio importante. Este cuadro del mundo se asemeja sorprendentemente a la teoría atómica de Demócrito y Epicuro, según la cual los átomos se movían en orden por el espacio durante un tiempo infinito hasta que ocurría una ligera perturbación que por reacción encadenada convertía el movimiento ordenado en un caos, del cual provenían las complicadas estructuras de nuestro mundo. La suposición de Epicuro de una ligera alteración sin causa, frecuentemente atacada por los partidarios de un determinismo estricto, es admisible para una física indeterminista. La mecánica cuántica consideraría el primer gas sujeto a fluctuaciones controladas por las leyes del azar, y no es difícil suponer que fue necesario mucho tiempo para que la casualidad produjera una fluctuación lo suficientemente grande para iniciar la expansión del universo. El abandono del determinismo hace posible concebir un principio de la evolución que no es una creación, sino producto de la casualidad. Es además un comienzo gradual, porque la transición de las fluctuaciones casuales a la perturbación es continua y no puede atribuirse a un momento temporal definido.

Existe también la posibilidad de una solución muy diferente. El estudio del tiempo ha conducido al resultado de que la dirección del tiempo deriva de la irreversibilidad de los procesos termodinámicos y por ello es cuestión de estadística (capítulo X). Es muy probable, pero no absolutamente seguro, que la energía “caiga” de formas superiores a un estado de temperatura uniforme. La “caída” del universo es por lo tanto cuestión de estadística, y no es imposible que se realicen procesos inversos, que aun el universo entero “suba” por algún tiempo. La frase “por algún tiempo” en esta frase tiene un

sentido problemático, porque si el universo “subiera”, lo que llamamos dirección del tiempo sería la dirección opuesta, y los seres humanos que vivieran en ese periodo considerarían esta dirección contraria como la dirección del “devenir”. De hecho, lá posibilidad a que nos referimos, que fue considerada por Boltzmann, significa nada menos que no hay tal cosa como una secuencia temporal lineal para el universo como un todo, sino que el tiempo se desintegra en hilos aislados, cada uno de los cuales tiene un orden en serie, a la vez que no hay ningún supertiempo en términos del cual pudieran ordenarse los hilos. Hacia ambos extremos, el tiempo de cada hilo se acabaría sin terminar en un punto rotundo de demarcación, como un río en el desierto. La extensión del tiempo que los astrónomos asignan a nuestro universo, de hace dos mil millones de años o diez mil millones de años, podría ser uno de esos hilos temporales. Todavía no se ha estudiado mucho la naturaleza de ese tiempo fragmentado; pero no hay duda de que ofrece una de las formas posibles para una solución del problema del tiempo.

A propósito, la concepción de Eddington sobre el principio del mundo debe también relacionarse con tal análisis del tiempo. Como indica Eddington, sólo el periodo de la evolución puede considerarse, en esta concepción, como poseedor de un tiempo; los dos largos periodos de equilibrio antes y después de este hilo no puede decirse que tengan un orden temporal porque no representan procesos irreversibles. Por lo tanto, da lo mismo que se les considere finitos o infinitos. Considerarlos como finitos y preguntar qué fue lo que existió antes del primer periodo estacionario, o después del segundo, significaría acudir a un supertiempo, que según hemos visto no puede definirse con sentido. Parece que no hay razón para describir el universo en una escala de tiempo infinito, que es, de todos modos, un esquema matemático más que una conclusión impuesta por la realidad física. Los fenómenos observables pueden siempre explicarse en función de un hilo temporal finito que se extiende de un estado atemporal a otro, sin un principio ni un fin estrictamente demarcados.

Éstas son algunas de las respuestas posibles al problema del origen del universo. Cuál sea la respuesta verdadera es algo que tendrá que decidir la ciencia algún día. El problema del universo cerrado pero en expansión se puede controvertir, pues la evidencia astronómica sobre la que en el presente momento se basa no es concluyente. La solución tendrá que esperar todavía muchos más resultados de la observación[*]. Por muy difícil que sea encontrar la respuesta, no hay razón para terminar una discusión sobre la evolución con un dogmático “no sabremos jamás”. Los que creen que ésa es la última

palabra deben revisar sus problemas; encontrarán que lo que se preguntan no tiene sentido. No tiene ningún sentido preguntar cuál es la causa del universo. Toda explicación debe partir de un hecho. La ciencia sólo puede empujar hacia atrás el hecho hasta un lugar lógico donde suministre el máximo de explicación.

La eliminación de problemas sin sentido de la filosofía es difícil porque existe cierto tipo de mentalidad que trata de encontrar problemas que no puedan responderse. Los deseos de demostrar que la ciencia tiene un poder limitado, que sus bases últimas residen en la fe más que en el conocimiento, pueden explicarse por la psicología y la educación, pero no hallan apoyo en la lógica. Hay científicos que se sienten orgullosos cuando sus conferencias sobre la evolución concluyen con una llamada demostración de que quedan problemas que el científico no podrá nunca resolver. El testimonio de estos hombres se toma frecuentemente como certeza de la insuficiencia de la filosofía científica. Pero lo que prueba es simplemente que la preparación científica no siempre proporciona al hombre de ciencia un espinazo que resista a la instancia de una filosofía que pide sumisión a la fe. El que busca la verdad no debe mitigar su impulso entregándose al narcótico de la creencia. La ciencia es su propio dueño y no reconoce ninguna otra autoridad más allá de sus límites.

XIII. LA LÓGICA MODERNA

LA CONSTRUCCIÓN de la lógica simbólica se ha convertido en una de las más notables características de la filosofía científica. Originalmente clave secreta de un reducido número de matemáticos, esta lógica ha llamado cada vez más la atención del estudioso de filosofía y se ha convertido en escenario de importantes avances del pensamiento filosófico. Una breve presentación de la evolución que condujo a la lógica simbólica, de sus problemas y sus soluciones, puede ser de beneficio para quienes no tengan tiempo de realizar un estudio técnico de esta nueva rama de la filosofía.

La ciencia de la lógica es un descubrimiento de los griegos. Eso no quiere decir que no hubiera pensamiento lógico antes de los griegos. El pensamiento lógico es tan viejo como el pensamiento mismo; todo acto del pensar que conduzca a satisfactorios resultados está regido por las leyes de la lógica. Pero una cosa es aplicar estas leyes sin saberlo en las operaciones ordinarias del pensar, y otra formularlas explícitamente, con la finalidad de reunirías en forma de teoría. Esta investigación planeada de las reglas lógicas es la que empezó con Aristóteles.

Aristóteles concentró sus investigaciones en lo que hoy conocemos como un capítulo muy especial de la lógica. Formuló las reglas de la inferencia de clase, esto es, una inferencia que se refiere a la pertenencia a una clase. Por “clase” entendemos toda especie de grupos, o totalidades, como la clase dé los seres humanos, o de los gatos. Que Sócrates sea un hombre es, para el lógico, un ejemplo que ilustra el pertenecer de un miembro a una clase. Sócrates es un miembro de la clase hombres. A la inferencia que se refiere a la pertenencia a una clase se la llama silogismo. Por ejemplo, de las dos premisas “todos los hombres son mortales” y “Sócrates es un hombre” inferimos la conclusión “Sócrates es mortal”.

A primera vista, las inferencias de esta especie parecen triviales; pero un enjuiciamiento semejante sería injusto con Aristóteles. Lo que Aristóteles descubrió fue que hay algo que es la *forma* de una inferencia, que debe distinguirse de su *contenido*. La relación entre premisas y conclusión, ilustrada por la inferencia sobre Sócrates, es independiente de las clases particulares en cuestión; sería igualmente válida para otras clases e individuos apropiados. Con el estudio de las formas lógicas, Aristóteles dio el paso decisivo que condujo a la ciencia de la lógica. Y él mismo formuló

explícitamente algunos de los principios fundamentales de la lógica, tales como el principio de identidad y el de contradicción.

Pero Aristóteles sólo dio el primer paso. Su lógica solamente abarca algunas formas particulares de las operaciones del pensamiento. Además de las clases, existen las relaciones. Una relación no tiene miembros individuales, sino que se refiere a parejas de miembros (o a grupos de tres o aun de más miembros). Que Abraham sea el padre de Isaac es algo que se refiere tanto a Abraham como a Isaac, y por lo tanto requiere la relación "padre de" para expresarse. Del mismo modo, si Pedro es más alto que Pablo, la relación "más alto que" se establece entre las dos personas. Las inferencias sobre relaciones no pueden expresarse en una lógica de clases. Por ejemplo, la lógica de Aristóteles no puede demostrar que si Abraham es el padre de Isaac, Isaac es el hijo de Abraham; su lógica no cuenta con los medios de expresar la forma de esta inferencia.

Nos inclinaríamos a creer que no habría sido demasiado difícil para el descubridor de la lógica de clases ampliar su estudio a una lógica de relaciones, dado que el lenguaje que hablaba era tan refinado como el nuestro y tenía todas las formas gramaticales necesarias para tratar las relaciones. Más aún, Aristóteles conocía la existencia de relaciones; en su libro sobre las categorías explica muy claramente que una relación como "mayor que" requiere dos cosas entre las que vale. Pero no extiende su teoría de la inferencia hasta las relaciones. Acaso el autor de la lógica de clases estaba demasiado interesado en cuestiones más metafísicas para poder tener el tiempo de completar su obra lógica. Pero entonces uno de sus discípulos podría haber estudiado una lógica de relaciones. Y, aun cuando parezca extraño, esto no sucedió. Aristóteles no parece haber apreciado nunca las limitaciones de su lógica. Sus discípulos añadieron algunos detalles, pero no avanzaron de modo esencial más allá de la obra de su maestro. Y esto no mejoró durante los siguientes siglos. La historia de la lógica exhibe el curioso aspecto de una ciencia que por más de dos mil años permaneció en la etapa rudimentaria en que su fundador la dejó.

¿Cuál es la explicación de este hecho histórico? Comparada con el enorme progreso que las matemáticas y la ciencia hicieron durante esos dos mil años, la historia de la lógica da la impresión de un paraje estéril en los jardines del conocimiento. ¿A qué puede atribuirse este estancamiento?

Más que ningún otro capítulo de la filosofía, la lógica exige un tratamiento técnico de sus problemas. Los problemas lógicos no se resuelven con un lenguaje de imágenes, sino que requieren la precisión de la

formulación matemática; aun la misma presentación del problema es con frecuencia imposible sin el auxilio de un lenguaje tan técnico como el de las matemáticas. Aristóteles y su escuela tienen el mérito de haber creado los principios de un lenguaje técnico de la lógica, lenguaje al que la Edad Media hizo escasas adiciones insignificantes. Pero eso fue todo lo que se hizo en este sentido durante dos mil años. En tanto que los grandes matemáticos proveyeron a su ciencia de una técnica altamente eficiente, la técnica de la lógica fue descuidada; en realidad, la lógica tradicional ofrece el pobre aspecto de una ciencia que no preocupó nunca a un grande hombre. Parece que los eminentes maestros del pensamiento abstracto, en lugar de sentirse atraídos por la lógica, eran absorbidos por la ciencia de las matemáticas, que les brindaba mayores posibilidades de éxito. Esto se aplica incluso a la época de Aristóteles; el análisis lógico invertido en la construcción de las matemáticas por hombres como Pitágoras y Euclides sobrepasa considerablemente los resultados analíticos alcanzados en la lógica de Aristóteles. Sin el auxilio de la mente matemática, la lógica estaba condenada a permanecer en una etapa infantil. Kant, aun cuando incapaz de crear una lógica mejor, juzgó adecuadamente la situación cuando expresó su asombro ante el hecho de que la lógica fuera la única ciencia que no había efectuado ningún progreso desde sus comienzos.

El primer gran matemático que se interesó en la lógica fue Leibniz. Sus resultados fueron revolucionarios y dio principio al programa de una notación simbólica que, si la hubiera llevado adelante con la misma energía y el mismo genio que dedicó a su invención del cálculo diferencial, habría adelantado el desarrollo de la lógica simbólica 150 años. Pero su trabajo permaneció fragmentario y desconocido en su época; los autores del siglo XIX tuvieron que recogerlo de sus cartas y manuscritos inéditos. El punto de viraje en la historia de la lógica fue la mitad del siglo XIX, cuando matemáticos como Boole y De Morgan emprendieron la tarea de expresar los principios de la lógica en un lenguaje simbólico semejante a la notación matemática. La construcción de la lógica simbólica se debió a hombres como G. Peano, C. S. Peirce, E. Schroeder, G. Frege, B. Russell, con quienes un huevo tipo de filósofo, el lógico matemático, entró en el escenario de la historia.

Como la filosofía del tiempo y del espacio, la nueva lógica surgió no de la filosofía tradicional, sino del terreno de las matemáticas. Se descubrió que un campo que por tan largo tiempo había sido descuidado por el pensamiento matemático ofrecía posibilidades para un tratamiento técnico semejante a la técnica de las matemáticas. Con la construcción de la lógica simbólica el

siglo XIX hizo otra contribución a la filosofía. Si se ve la posición de esa centuria en la historia del pensamiento como antes se describió, este avance parecerá natural. El empeño de crear una técnica práctica, tan fructífero en todas las ciencias, se extendió al dominio de la lógica. La técnica de la lógica, al mismo tiempo, se ofrecía como un instrumento para la investigación de los fundamentos del conocimiento, investigación que, a su vez, aparecía como consecuencia natural de la complicación y el refinamiento del pensamiento científico. Y el paraje estéril en los jardines del conocimiento empezó a ser cultivado con la avanzada técnica de las matemáticas.

¿Por qué la introducción de la notación simbólica es de tanta importancia para la ciencia de la lógica? Tiene la misma significación, más o menos, que una buena notación matemática. Supongamos que se nos da el siguiente problema: "Si Pedro fuera 5 años más joven, tendría el doble de la edad de Pablo cuando éste tenía 6 años menos, y si Pedro tuviera 9 años más, tendría tres veces la edad de Pablo, si Pablo tuviera 4 años menos". Tratemos de resolver este problema mentalmente sumando y restando y tomando en cuenta todos los "si", y muy pronto nos sentiremos mareados como si estuviéramos dando vueltas. Pero luego tomemos un papel y una pluma, llamemos a la edad de Pedro *x* y a la edad de Pablo *y*, escribamos las ecuaciones resultantes y resolvámoslas del modo que aprendimos en la escuela; entonces veremos para qué sirve una técnica de notación. Hay problemas semejantes en la lógica. "Cierto es que Cleopatra no vivió en 1938 y no se casó con Hitler ni con Mussolini". ¿Qué quiere decir tal combinación de palabras en esta oración? El lógico matemático nos enseña a escribirla en símbolos, luego transforma la expresión por medio de operaciones semejantes a las que aprendimos para el uso de *x* y *y*, y finalmente nos dice que la oración significa: "Si Cleopatra hubiera vivido en 1938, podría haberse casado con Hitler o con Mussolini". No quiero decir que la afirmación sacada en limpio sea de gran importancia política; pero el ejemplo ilustra el uso de una técnica simbólica. La aplicación de la notación a problemas de mayor significación no puede explicarse aquí, pero será evidente que la notación simbólica será útil también si se aplica a la formulación de cuestiones técnicas en las ciencias.

La lógica simbólica, además, ha encontrado una aplicación importante en el análisis gramatical del lenguaje. La gramática que aprendimos en la escuela surgió de la ^lógica aristotélica, y de ningún modo es apropiada para delinear la estructura del lenguaje. El infortunado fracaso de Aristóteles de llegar a una lógica de relaciones, ha conducido a los gramáticos a la concepción de que toda oración debe tener un sujeto y un predicado, interpretación inadecuada

para un gran número de oraciones. Es verdad que la oración “Pedro es alto” tiene el sujeto “Pedro” y el predicado “alto”. Pero la oración “Pedro es más alto que Pablo” tiene dos sujetos, a saber, “Pedro” y “Pablo”, ya que el predicado “más alto que” es una relación. El mal entendimiento de las estructuras lingüísticas, resultante del hecho de haber seguido la lógica aristotélica, ha perjudicado seriamente a la ciencia lingüística.

Se anuncian nuevos resultados por la cooperación del lógico y del lingüista. Por ejemplo, la naturaleza del adjetivo, del adverbio, de los modos, conjugaciones y tiempos de los verbos, así como de muchos otros aspectos del lenguaje aparecen de modo diferente cuando se ven con los ojos del lógico. Al estudio comparativo de las diferentes lenguas se ofrecen nuevas posibilidades cuando se basa en un sistema neutral de referencia, el lenguaje simbólico de la lógica, que nos permite juzgar los diferentes medios de expresión de las lenguas individuales.

Hasta ahora sólo me he referido al uso práctico de la notación simbólica. Pero una buena notación tiene también un uso teórico; coloca al lógico en posibilidad de descubrir y resolver problemas que antes pasaban inadvertidos.

La construcción de la lógica simbólica hizo posible la investigación desde un nuevo ángulo de las relaciones entre la lógica y las matemáticas. ¿Por qué hay dos ciencias abstractas para tratar los productos del pensamiento? La pregunta fue acogida por Bertrand Russell y Alfred N. Whitehead, quienes llegaron al resultado de que las matemáticas y la lógica son en última instancia idénticas, que las matemáticas no son más que una rama de la lógica desarrollada con referencia especial en el sentido de las aplicaciones cuantitativas. Este resultado fue expuesto en un largo libro, escrito casi completamente en la notación simbólica de la lógica. El paso decisivo en la demostración lo dio la definición de Russell sobre el número. Russell demostró que los enteros, los números 1, 2, 3, etc., pueden definirse en términos de los conceptos fundamentales de la lógica sólo. Es evidente que jamás se habría podido dar tal demostración sin la ayuda de una notación simbólica; el lenguaje de las palabras es demasiado enrevesado para expresar relaciones lógicas de este grado de complejidad.

Con su reducción de las matemáticas a la lógica, Russell completó una evolución que principió con el desarrollo de la geometría y describí capítulos antes como la desintegración de la síntesis *a priori*. Kant creía que no sólo la geometría sino también la aritmética tenían una naturaleza sintética *a priori*. Con su prueba de que las bases de la aritmética pueden derivarse de la lógica

pura, Russell ha demostrado que la necesidad matemática es de naturaleza analítica. En las matemáticas no hay síntesis *a priori*.

Pero si la lógica es analítica, es vacía; esto es, no expresa propiedades de objetos físicos. Los filósofos racionalistas han tratado repetidamente de considerar la lógica como una ciencia descriptiva de algunas propiedades generales del mundo, como una ciencia del ser u *ontología*. Creen que principios tales como "todo el mundo es idéntico a sí mismo" nos comunican propiedades de las cosas. Pasan por alto el hecho de que la información que suministra esta oración estriba en una definición que sienta el uso de la palabra "idéntico" y que lo que conocemos por la oración no es una propiedad de las cosas, sino una regla lingüística. La lógica formula reglas del lenguaje; por esa razón es analítica y vacía.

Quisiera explicar con mayor precisión la naturaleza analítica de la lógica, la razón por que se dice que la lógica es vacía. La lógica conecta oraciones de tal modo que la combinación resultante es verdadera independientemente de la verdad de las oraciones individuales. Por ejemplo, la combinación de oraciones "si ni Napoleón ni César llegaron a una edad de sesenta años, entonces Napoleón no llegó a la edad de sesenta años" es verdadera, ya sea que Napoleón o César hayan o no muerto antes de la edad de sesenta años; esta combinación, por lo tanto, no nos informa sobre la edad que alcanzaron las personas aludidas. Es eso lo que queremos decir por vaciedad. Por otra parte, el ejemplo ilustra por qué las relaciones lógicas son necesariamente verdaderas: lo son porque ninguna observación empírica puede desmentirlas. Si buscamos en un libro de historia a qué edad murió Napoleón, y encontramos que a la edad de cincuenta y cuatro años, esto no desmentirá la combinación de oraciones; pero si encontráramos que Napoleón murió a la edad de sesenta y cinco años, esto tampoco la desmentiría. La necesidad lógica y la vaciedad van juntas y ambas constituyen la naturaleza analítica, o tautológica, de la lógica. Todos los juicios puramente lógicos son tautologías, como el ejemplo que hemos dado; no dicen nada y por lo tanto nos informan tanto, o tan poco, como la tautología "mañana lloverá o no lloverá". Sin embargo, no es siempre tan fácil descubrir el carácter analítico de una combinación de oraciones. Tomemos la combinación: "Si toda pareja de hombres se ama o se odia, entonces hay un hombre que ama a todos los hombres o para todo hombre hay algún hombre a quien él odia". La lógica demuestra que esta combinación es analítica; pero el carácter analítico no es de ninguna manera evidente.

La concepción de Russell de las matemáticas como analíticas ha despertado mucha atención, y algunos matemáticos se han sentido ofendidos por una interpretación de su ciencia según la cual los teoremas matemáticos son tan vacíos como los principios de la lógica. Una reacción semejante revela falta de comprensión de la naturaleza de la lógica. No significa ningún menosprecio al pensamiento matemático que se le llame analítico. La utilidad misma del pensamiento matemático deriva de su naturaleza analítica; precisamente porque los teoremas matemáticos son vacíos, merecen completa confianza y se les puede emplear en las ciencias naturales. El uso de las matemáticas no puede nunca falsear un resultado científico, porque las matemáticas no pueden introducir en una ciencia ningún contenido oculto no aprobado. Sin embargo, decir que las relaciones matemáticas son vacías no quiere decir que sean fáciles de descubrir. Como se ha explicado, el descubrimiento de relaciones vacías puede constituir una tarea extremadamente difícil, y la cantidad de trabajo e ingenio invertidos en las matemáticas son testimonio de la significación de gran alcance de la investigación matemática.

La lógica simbólica se utilizó ampliamente en la elaboración de una nueva disciplina matemática erigida en el siglo XIX: la teoría de los conjuntos. La palabra “conjunto” tiene el mismo significado que la palabra “clase” explicada antes respecto de la lógica aristotélica. Pero ¡cuán diferente es la teoría de las clases desarrollada por los matemáticos del siglo XIX del cálculo de clases de la lógica aristotélica! Es inexplicable por qué los textos usuales de lógica todavía están llenos de lógica aristotélica en una era que se diferencia tanto de la de Aristóteles como el ferrocarril de la carreta de bueyes.

Pero la lógica simbólica no siempre ha llevado al lógico al éxito. También lo ha hecho desembocar en dificultades, que fueron descubiertas por Russell y formuladas en las antinomias de la teoría de las clases. Un ejemplo tal vez pueda ilustrar el problema.

Cuando consideramos una propiedad, podemos preguntar si esta propiedad tiene ella misma la misma propiedad. En general, éste no será el caso. Así, la propiedad *rojo* no es roja. Una cosa distinta pasa con otras propiedades; por ejemplo, la propiedad *imaginable* es imaginable, la propiedad *determinada* es determinada, y la propiedad *vieja* es vieja, ya que existió sin duda aun en los tiempos prehistóricos. Usemos el nombre de *predicable* para las propiedades de la segunda clase; a las otras llamémoslas entonces *no-predicables*. Tenemos aquí una clasificación completa: toda

propiedad debe ser predicable o no-predicable. ¿Dónde, pues, debemos clasificar la propiedad *no-predicable*?

Supongamos que *no-predicable* es predicable; tiene entonces la propiedad que representa, como *imaginable* y, por lo tanto, *no-predicable* es no-predicable. Ahora supongamos que *no-predicable* es no-predicable. Según nuestra suposición, *no-predicable* no posee la propiedad que representa; en consecuencia *no-predicable* es predicable. Dondequiera que clasifiquemos la propiedad *no-predicable*, llegamos a una contradicción.

Las antinomias de esta clase constituyen un serio problema. Si la lógica debe ser cosa absolutamente segura, debe garantizamos que no nos conducirá nunca a contradicciones. Resulta interesante el hecho de que hasta los lógicos antiguos hayan construido antinomias, entre las cuales son familiares las paradojas de Zenón. La mayoría de estas paradojas, empero, son eliminadas en la moderna teoría de las clases, por medio de un uso más cuidadoso del concepto de "infinito". La antinomia de Russell exige una solución más radical. Demuestra que no toda combinación de palabras puede aceptarse como un juicio con sentido; que algunas combinaciones de palabras, aun cuando adopten la forma de oraciones, deben ser consideradas como carentes de sentido. Por ejemplo, la oración "la propiedad *determinada* es determinada", aun cuando parece razonable a primera vista, debe ser excluida del terreno de las oraciones con sentido. Estas restricciones del lenguaje fueron formuladas por Russell en su teoría de los tipos. Una propiedad de una propiedad pertenece a un tipo superior a la propiedad de una cosa. Esta distinción hace imposible la formulación de la antinomia y con ello libra a la lógica de contradicciones.

¿Estamos seguros de que los lógicos no descubrirán nunca otras clases de antinomias? ¿Quién nos garantiza que la lógica se encuentra exenta de contradicciones? Este problema ha llamado la atención del matemático alemán D. Hilbert, uno de los más grandes matemáticos de nuestro tiempo. Inició una serie de investigaciones encaminadas a la construcción de una demostración de que la lógica y las matemáticas se hallan exentas de contradicciones. Su trabajo fue continuado por otros; pero la demostración se ha hecho hasta ahora sólo para sistemas lógicos relativamente simples. Han surgido dificultades cuando se ha querido extender la demostración al complicado sistema de las matemáticas utilizadas por el matemático moderno, y queda todavía por saber si el programa de Hilbert sobre una prueba de coherencia puede llevarse a cabo. Cuál sea la respuesta es uno de los problemas no resueltos de la lógica moderna. La existencia de estos

problemas demuestra el hecho de que la lógica moderna requiere mayor investigación; es menester realizar muchos análisis de una clase que la lógica tradicional nunca sospechó.

El estudio de las antinomias y la teoría de los tipos ha conducido a una distinción de gran importancia: la distinción entre *lenguaje* y *metalenguaje*. (El nombre se deriva de la palabra griega "*meta*" que significa "más allá"). En tanto que el lenguaje ordinario habla de objetos, el metalenguaje habla del lenguaje; es metalenguaje, por lo tanto, lo que usamos cuando construimos una teoría del lenguaje. Términos tales como "palabra", "oración" etcétera, son términos del metalenguaje. Una forma frecuente de expresar la transición al metalenguaje es el uso de comillas; cuando hablamos de la palabra "Pedro" la ponemos entre comillas y de ese modo indicamos que no hablamos del hombre. Por ejemplo, "Pedro" tiene cinco letras, mientras que Pedro juega béisbol. Si se mezclan los dos lenguajes, pueden construirse ciertas antinomias y, por lo tanto, es necesaria como un requisito de la lógica la distinción de niveles del lenguaje. La oración "lo que digo en este momento es falso" conduce a contradicciones, porque si es verdadera, es falsa, y si es falsa, es verdadera. Esta oración debe considerarse como carente de sentido porque habla de sí misma y viola la distinción de niveles de lenguaje.

El estudio del metalenguaje ha llevado a una teoría general de los signos, a la que es frecuente dar el nombre de *Semántica*, o *semiótica*, que investiga las propiedades de todas las formas de expresión lingüística. Este término abarca signos tales como las señales de tránsito o las figuras que se usan, igual que el lenguaje articulado, como instrumentos para comunicar significados a otras personas. Las connotaciones profundamente emocionales de varias formas del lenguaje, como la poesía o el lenguaje del orador, se estudian en la teoría de los signos con el auxilio de la moderna psicología. La lógica se ocupa sólo del uso cognoscitivo del lenguaje; la investigación del uso instrumental del lenguaje necesita otra ciencia, la ciencia de la semántica. En consecuencia, el surgimiento de la lógica moderna ha dado nacimiento a otra ciencia, que trata de las propiedades del lenguaje que no son ni deben ser consideradas en el análisis lógico.

Además de su uso en las matemáticas, la lógica simbólica ha adquirido significación para otras ciencias. Cuando los físicos descubrieron que la mecánica cuántica conduce a ciertos juicios de los que no puede comprobarse que sean falsos o verdaderos (ver capítulo XI), fue posible incorporar tales enunciados a la lógica trivalente, esto es, a una lógica que acepta la categoría de lo *indeterminado* entre los dos valores de la verdad, verdadero y falso. La

estructura de semejante lógica había sido elaborada por los métodos de la lógica simbólica aun antes de que alguien pensara en su aplicación a la física. De un modo semejante, se han desarrollado otras formas de *lógica multivalente*. Una de ellas, usada para la interpretación de enunciados de probabilidad, sustituye los dos valores de verdad, verdad y falsedad, por una escala continua de probabilidades que van de 0 a 1.

La lógica simbólica se ha aplicado, además, al análisis de la biología, y promete ser un auxiliar importante en el estudio de las ciencias sociales. Puede incluso usarse para transcribir problemas lógicos a fin de que con ellos se pueda "alimentar" una calculadora electrónica; y un robot moderno de esta clase bien pudiera algún día resolver problemas lógicos que pongan a prueba la capacidad del cerebro humano, del mismo modo que ya resuelve problemas matemáticos. Leibniz expresó la opinión de que si la lógica simbólica progresara suficientemente, podrían eliminarse todas las controversias científicas: en lugar de discutir, los científicos dirían *calculemus*. El lógico moderno no es tan optimista. Sabiendo que las operaciones de la máquina quedarían restringidas a la lógica deductiva y que sus resultados dependerían, por lo tanto, de la calidad de las premisas con que el operador humano la "alimenta", el lógico de nuestros días se conformaría con que, cuando menos, *algunas* controversias se resolvieran de ese modo.

La lógica es la parte técnica de la filosofía; por esa misma razón es indispensable para el filósofo. El filósofo anticuado, temeroso de la precisión de una técnica, quisiera desterrar la lógica simbólica del dominio de la filosofía y dejársela al matemático. No tiene muy buen éxito. La joven generación, que aprende ya la notación simbólica en sus clases de lógica elemental, sabe del valor de la nueva forma de lógica e insiste en su aplicación. Como toda notación simbólica, la lógica simbólica parece al principio embarazosa y confusa al estudiante; sólo después de cierto ejercicio se descubre que la nueva técnica es un instrumento que facilita la comprensión lógica y que aclara las ideas. Yo he tenido la experiencia, en la enseñanza de la lógica simbólica, de que al principio la mayoría de los estudiantes tienen miedo de la notación y la aborrecen; pero después de dos semanas de práctica el panorama cambia y un sorprendente entusiasmo anima a la clase. Son pocos los estudiantes que nunca entienden plenamente el simbolismo y que siempre muestran desagrado por él.

Parece que el destino de la lógica simbólica es que se la aborrezca o que se la reciba con entusiasmo. Los que no pueden alcanzar la segunda etapa tal vez puedan lograr mejores resultados en otros terrenos que en la filosofía

científica y tener mayor éxito en aplicaciones menos abstractas de las facultades del pensamiento humano.

XIV. EL CONOCIMIENTO DE PREDICCIÓN

LA LÓGICA simbólica a que nos hemos referido en el capítulo anterior es una lógica deductiva; trata sólo de las operaciones del pensamiento caracterizadas por la necesidad lógica. Aun cuando la ciencia empírica hace un extenso uso de las operaciones deductivas, requiere también de una segunda forma de lógica, a la que, debido al uso que hace de las operaciones inductivas, se denomina lógica inductiva.

Lo que distingue a la inferencia inductiva de la deductiva es el hecho de que la primera no es vacía, sino que conduce a conclusiones no contenidas en las premisas. La conclusión de que todos los cuervos son negros no se halla lógicamente contenida en la premisa de que todos los cuervos que se han visto hasta este momento son negros; la conclusión puede ser falsa aun cuando la premisa sea verdadera. La inducción es el instrumento de un método científico que pretende descubrir algo nuevo, algo más allá de un resumen de observaciones anteriores; la inferencia inductiva es el instrumento del conocimiento predictivo.

Fue Bacon quien vio claramente lo indispensable de las inferencias inductivas para el método científico, y su lugar en la historia de la filosofía es el de un profeta de la inducción (capítulo V). Pero Bacon vio también la debilidad de la inferencia inductiva, la ausencia de necesidad en el método de ésta y la posibilidad de conclusiones falsas. Sus esfuerzos para perfeccionar la inferencia inductiva no tuvieron mucho éxito; inferencias inductivas de una estructura más complicada, como las que se emplean en el *método hipotético-deductivo* del científico (capítulo vi), son muy superiores a la inducción simple de Bacon. Pero este método tampoco puede aportar necesidad lógica; sus conclusiones pueden ser falsas, y la seguridad de la lógica deductiva es algo que el conocimiento predictivo no puede alcanzar.

El método hipotético-deductivo, o *inducción explicativa*, ha sido muy discutido por los filósofos y los científicos, pero su naturaleza lógica no ha sido entendida bien con frecuencia. Como la inferencia de la teoría a los hechos de observación se realiza generalmente por métodos matemáticos, algunos filósofos creen que el establecimiento de teorías puede explicarse en términos de lógica deductiva. Esta noción es insostenible, porque no es la inferencia de la teoría a los hechos, sino inversamente, la inferencia de los hechos a la teoría sobre lo que se basa la aceptación de la teoría; y esta

inferencia no es deductiva, sino inductiva. Lo que se da son los datos de la observación, que constituyen el conocimiento establecido en función del cual se habrá de validar la teoría.

Pero, además, la forma en que esta inferencia inductiva se efectúa de hecho ha conducido a algunos filósofos a otra forma de equivocación. El científico que descubre una teoría, generalmente qs guiado por conjeturas; no puede indicar un método por medio del cual haya encontrado la teoría, y lo único que puede decir es que le pareció plausible, que tuvo la corazonada de que ésa sería la explicación correcta, o que vio intuitivamente cuál sería la suposición que se ajustara a los hechos. Algunos filósofos han equivocado esta descripción psicológica del descubrimiento en el sentido de que demuestra que no hay ninguna relación lógica entre los hechos y la teoría; y sostienen que no es posible ninguna interpretación lógica del método hipotético-deductivo. La inferencia inductiva es para ellos labor de acertijos imposible de ser explicada por el análisis lógico. Estos filósofos no reparan en que el mismo científico que descubrió su teoría por medio de conjeturas la comunica a los demás sólo después de que ha visto que su conjetura se halla justificada por los hechos. Es en esta búsqueda de justificación donde el científico realiza una inferencia inductiva, ya que quiere decir no sólo que los hechos son derivables de su teoría, sino también que los hechos hacen su teoría probable y la apoyan para la predicción de futuros hechos de observación. La inferencia inductiva no se utiliza para encontrar una teoría sino para justificarla en función de datos de observación.

La interpretación mística del método hipotético-deductivo como un conjeturar irracional surge de una confusión del *contexto de descubrimiento* y el *contexto de justificación*. El acto del descubrimiento escapa al análisis lógico; no existen reglas lógicas según las cuales pudiera construirse una "máquina descubridora" que asumiera la función creadora del genio. Pero la tarea del lógico no es explicar los descubrimientos científicos; todo lo que puede hacer es analizar la relación que existe entre los hechos dados y una teoría que se le presente con la pretensión de que explica estos hechos. En otras palabras, a la lógica sólo le importa el contexto de justificación. Y es la justificación de una teoría en función de los datos de la observación lo que constituye la materia de la teoría de la inducción.

El estudio de la inferencia inductiva pertenece a la teoría de la probabilidad, ya que los hechos de observación pueden hacer a una teoría sólo probable pero nunca absolutamente cierta. Hasta cuando se acepta esta incorporación de la inducción a la teoría de la probabilidad, surgen nuevas

formas de confusión. No es fácil ver la estructura lógica de la inferencia de probabilidad que se realiza en la confirmación de las teorías por medio de los hechos. Algunos lógicos han creído que tienen que establecer la confirmación como el camino opuesto de una inferencia deductiva; es decir, que si podemos derivar deductivamente los hechos de la teoría, podemos derivar inductivamente la teoría de los hechos. Sin embargo, esta interpretación está demasiado simplificada. Para hacer la inferencia inductiva se tiene que saber mucho más que la relación deductiva de la teoría a los hechos.

Una sencilla consideración hace evidente que la inferencia por confirmación tiene una estructura más complicada. Un conjunto de hechos de observación siempre se ajustará a más de una teoría; en otras palabras, existen varias teorías de las cuales pueden derivarse estos hechos. La inferencia inductiva se usa para otorgar a cada una de estas teorías un grado de probabilidad, y luego se acepta la teoría más probable. Por lo tanto, para poder diferenciar entre estas teorías es evidente que debe conocerse más que la relación deductiva de los hechos, que rige para cada uno de ellos.

Si queremos entender la naturaleza de la inferencia por confirmación, tenemos que estudiar la teoría de la probabilidad. Esta disciplina matemática ha elaborado métodos sobre el problema general de la *evidencia indirecta*, de la cual la inferencia que hace válidas las teorías científicas es sólo un caso especial. Para ilustrar el problema general, quisiera mencionar las inferencias de un detective que busca al autor de un crimen. Cuenta con algunos datos, tales como un pañuelo manchado de sangre, una navaja y la desaparición de una viuda rica, y existen varias explicaciones de los hechos. El detective trata de determinar la explicación más probable. Sus consideraciones obedecen a reglas de probabilidad establecidas; haciendo uso de todos los indicios que le ofrecen los datos y de su conocimiento de la psicología humana, trata de llegar a conclusiones, que a su vez son puestas a prueba por medio de nuevas observaciones específicamente planeadas para este fin. Cada prueba, basada en nuevo material, aumenta o disminuye la probabilidad de la explicación; pero la explicación que se elabore nunca podrá considerarse como absolutamente cierta. El lógico que quiera reconstruir el panorama inferencial del detective encuentra todo el equipo lógico necesario en el cálculo de probabilidades. Aun cuando carezca del material estadístico necesario para cálculos exactos de las probabilidades, puede cuando menos aplicar las fórmulas del cálculo en un sentido cualitativo. Desde luego, no puede llegarse a resultados numéricamente precisos, si el material dado admite sólo apreciaciones aproximadas de probabilidades.

Las mismas consideraciones pueden aplicarse a la discusión de la probabilidad de las teorías científicas, que deben seleccionarse también entre varias explicaciones posibles de datos observados. Se realiza la selección por el uso del cuerpo general de conocimiento, ante el cual unas explicaciones son más probables que otras. La probabilidad final, por lo tanto, es el producto de una combinación de varias probabilidades. El cálculo de probabilidades brinda una fórmula adecuada de esta clase en la *regla de Bayes*, fórmula que se aplica tanto a los problemas estadísticos como a las inferencias del detective o a la inferencia por confirmación.

Por estas razones, el estudio de la lógica inductiva conduce a la teoría de la probabilidad. Las premisas de la conclusión inductiva convierten a ésta en probable, no en cierta; debe concebirse la inferencia inductiva como una operación que pertenece al terreno del cálculo de probabilidades. En combinación con la evolución que transformó las leyes causales en leyes probabilísticas, estas consideraciones pondrán en claro por qué el análisis de la probabilidad es de importancia tan fundamental para la comprensión de la ciencia moderna. La teoría de la probabilidad suministra el instrumento del conocimiento predictivo y a la vez proporciona la forma de las leyes de la naturaleza; su materia de estudio constituye la médula misma del método científico.

Nos inclinaríamos a creer que la teoría de la probabilidad ha sido siempre una provincia del empirismo; pero la historia de la probabilidad demuestra que no es así. Los modernos racionalistas, dándose cuenta de lo indispensable de las nociones de probabilidad, intentaron construir una teoría racionalista de la probabilidad. Desde luego, el programa de Leibniz de una lógica de la probabilidad en forma de lógica cuantitativa, para medir grados de verdad, no tuvo la intención de representar una solución empirista del problema de la probabilidad. El reto fue recogido por los lógicos, que tenían los medios de la lógica simbólica a su disposición. La lógica de la probabilidad de Boole debe clasificarse tal vez dentro de la línea racionalista; y desde luego la teoría simbólica de la probabilidad de Keynes pertenece también a esta línea, con su intento de interpretar la probabilidad como una medida de la creencia racional. Estas ideas han sido recogidas por algunos lógicos contemporáneos a quienes no les gustaría ser clasificados como racionalistas, pero cuyos trabajos en realidad los colocan dentro de este grupo, cuando menos por lo que se refiere a su interpretación de la probabilidad.

Para el racionalista, un grado de probabilidad es el producto de la *razón* en ausencia de *razones*. Si echo al aire una moneda ¿caerá cara o caerá cruz?

No sé, no tengo razón para creer en una posibilidad más que en la otra; por lo tanto, considero las dos posibilidades como igualmente probables y adjudico a cada una la probabilidad de un medio. La ausencia de razones se toma como razón para adoptar una igualdad de probabilidades; tal es el principio de una interpretación racionalista de la probabilidad. Este principio, conocido bajo el nombre de principio de *indiferencia*, o de *no razón contraria*, es considerado por el racionalista como un postulado de la lógica. Le parece evidente por sí mismo, como los principios lógicos.

La dificultad en esta interpretación de la probabilidad radica en que abandona el carácter analítico de la lógica introduciendo un sintético *a priori*. Un enunciado de probabilidad no es un enunciado vacío; cuando echamos una moneda al aire y decimos que la probabilidad de que caiga cara es igual a un medio, decimos algo sobre un acontecer futuro. Lo que decimos tal vez no sea fácil de formular; pero debe haber alguna referencia al porvenir contenida en el enunciado, ya que lo empleamos como una guía para la acción. Por ejemplo, consideramos aconsejable hacer una apuesta a mitad y mitad por la cara, pero no aconsejaríamos que se hiciera una apuesta mayor que ésa. De hecho, hacemos uso de los juicios de probabilidad porque se refieren a hechos futuros; todo acto de planear requiere algún conocimiento del futuro, y si no tenemos ningún conocimiento perfectamente seguro, estamos dispuestos a usar un conocimiento probable en su lugar.

El principio de indiferencia lleva al racionalismo a todas las dificultades familiares conocidas en la historia de la filosofía. ¿Por qué debe la naturaleza obedecer a la razón? ¿Por qué deben ser los acontecimientos igualmente probables, si sabemos lo mismo, o lo mismo de poco, acerca de ellos? ¿Se pliega la naturaleza a la ignorancia humana? A problemas [Questions, en inglés] de este tipo no puede dárseles una respuesta positiva, a menos que el filósofo tenga que creer en una armonía entre la razón y la naturaleza, esto es, en una síntesis *a priori*.

Algunos filósofos han tratado de elaborar una interpretación analítica del principio de indiferencia. De acuerdo con tal interpretación, el enunciado de que una probabilidad tiene un valor de un medio no significa nada en relación con el futuro, sino que simplemente expresa el hecho de que no sabemos más sobre el suceder del acontecimiento de lo que sabemos sobre el acontecimiento contrario. En esta interpretación el enunciado de probabilidad se justifica fácilmente, por supuesto, pero pierde su carácter de guía para la acción. En otras palabras: es verdad que la transición de igual ignorancia a igual probabilidad es entonces analítica, pero queda por explicar una

transición sintética. Si probabilidades iguales significan ignorancia igual, ¿por qué debemos considerar las probabilidades iguales como justificadoras de una apuesta a mitad y mitad? Aquí vuelve a aparecer el problema mismo que la interpretación analítica del principio de indiferencia trataba de rehuir.

La interpretación racionalista de la probabilidad debe ser considerada como un residuo de filosofía especulativa que no tiene cabida en una filosofía científica. El filósofo de la ciencia insiste en que la teoría de la probabilidad debe ser incorporada a una filosofía que no se vea precisada a acudir a una síntesis *a priori*.

La filosofía empirista de la probabilidad se basa en la *interpretación de frecuencia*. Los enunciados de probabilidad expresan frecuencias relativas de acontecimientos repetidos, es decir, frecuencias calculadas como porcentaje del total. Se derivan de frecuencias observadas en el pasado e incluyen el supuesto de que las mismas frecuencias serán aproximadamente válidas para el futuro. Se elaboran por una inferencia inductiva. Si consideramos de un medio la probabilidad de que una moneda caiga en cara al ser echada, queremos decir con ello que, al tirar repetidamente la moneda, caerá en cara en un 50% de los casos. En esta interpretación se explican fácilmente las reglas de apuesta; decir que una apuesta mitad a mitad es una apuesta razonable, quiere decir que la aplicación de esta regla a la larga dará iguales ganancias a los dos contendientes. Los méritos de esta interpretación son evidentes; lo que tenemos que estudiar son sus dificultades. En realidad existen dos dificultades esenciales en relación con la interpretación de frecuencia.

La primera dificultad es el uso de la inferencia inductiva. Es verdad que para la interpretación de frecuencia el grado de probabilidad es cuestión de experiencia y no de razón. Si no hubiéramos observado que al echar al aire repetidas veces una moneda obtenemos a fin de cuentas iguales frecuencias para los dos lados de la moneda, no hablaríamos de probabilidades iguales; el principio de indiferencia es simplemente una interpretación racionalista equivocada de un conocimiento adquirido por la experiencia. Esta interpretación errónea recuerda otras falacias racionalistas similares, como la interpretación apriorística de las leyes de la geometría y del principio de causalidad, que la ciencia moderna ha comprobado también que son producto de la experiencia. Pero la afirmación de que las repeticiones frecuentes de aconteceres similares están sujetas a regularidades numéricas puede hacerse sólo por el uso de inferencias inductivas y parece incluir un principio no derivable de la experiencia. Entre una filosofía empírica y una solución del

problema de la inducción se halla la crítica de Hume de la inferencia inductiva, que demuestra que la inducción no es ni *a priori* ni *a posteriori* (capítulo V).

La segunda dificultad de la interpretación de frecuencia se refiere a la aplicabilidad de un enunciado de probabilidad a un solo caso. Un familiar mío está gravemente enfermo y pregunto al médico qué probabilidad hay de que viva. El médico responde que en el 75% de los casos de esta enfermedad el paciente se salva. ¿En qué me ayuda a mí este juicio de frecuencia? Puede servir al médico, porque tiene muchos pacientes y le indica el porcentaje de los que no mueren de esa enfermedad. Pero a mí sólo me interesa esta persona particular y quiero saber qué probabilidad hay de que *ella* viva. No parece tener sentido que la probabilidad de un solo hecho se exprese en términos de frecuencias.

Responderé a las dos objeciones una después de otra, empezando con la segunda. Es verdad que con frecuencia asignamos una probabilidad a un hecho suelto. Pero de ello no se sigue que el sentido que generalmente asociamos a nuestras palabras sea una interpretación correcta. Consideremos la discusión anterior sobre el significado de una implicación (capítulo X). “Si una corriente eléctrica fluye por el alambre, la aguja magnética se desvía”. Creemos que la relación de la clase *si-entonces* tiene un sentido para este hecho individual: que la corriente eléctrica necesariamente produce una desviación de la aguja. El análisis lógico nos demuestra que esta interpretación es equivocada, que la necesidad de la implicación se deriva simplemente de su generalidad, y que todo lo que expresamos por medio de la conexión necesaria de los dos hechos es que, si uno se realiza, el otro siempre ocurrirá. En un caso individual olvidamos este análisis y creemos que podemos hablar de una implicación sobre este caso sólo. No es fácil escapar de esta interpretación: “Si abro este grifo, saldrá agua”. Parece tan claro que no hablamos más que del caso particular, que el abrir este grifo produce el correr del agua. Cuando el lógico nos explica que en este enunciado hay una referencia a la generalidad, que hablamos de todos los grifos del mundo, no queremos creerle, y, sin embargo, tenemos que aceptar su interpretación si nuestras palabras han de tener algún sentido verificable.

La interpretación del enunciado de probabilidad es de la misma clase. Creemos que tiene sentido decir que hay 75% de probabilidad de que el señor X viva; pero todo lo que decimos se refiere a una clase de personas que padecen la misma enfermedad. Quisiéramos saber algo sobre el caso individual. Pero el señor X o vivirá o no vivirá. No tiene ningún sentido

asignar un grado de probabilidad a un hecho individual, porque un solo hecho no puede medirse en grados. Supongamos que el señor X sobrevive a su enfermedad. ¿Comprueba eso la predicción sobre la probabilidad de 75 %? Evidentemente no, porque una probabilidad es compatible tanto con el acaecimiento como con el no acaecimiento del hecho. Si tomamos un gran número de hechos, la fracción de 75% tiene sentido y puede desde luego comprobarse por la observación. Pero un hecho individual no puede ocurrir en cierto grado. Un enunciado sobre la probabilidad de un solo hecho no tiene sentido.

Y sin embargo, estos enunciados no son tan irracionales como pudieran parecer después de este análisis lógico. Puede ser de utilidad dar un significado a un enunciado de probabilidad sobre un solo hecho, si la experiencia diaria nos brinda una serie de casos similares. La persona que cree que, si abre el grifo, el agua *debe* correr, ha adquirido un buen hábito, ya que su creencia le permitirá hacer afirmaciones correctas sobre la totalidad de hechos de esa clase. Del mismo modo, la persona que cree que una probabilidad del 75% se aplica a un solo caso ha adquirido un buen hábito, porque su creencia la llevará a decir que de un gran número de casos similares 75% tendrán el mismo resultado. Esta consideración se aplica aun cuando nuestra experiencia diaria no nos ofrezca hechos similares, sino hechos de varias clases y varios grados de probabilidad. Hoy podemos encontrarnos con un caso de enfermedad para el que hay 75% de probabilidad de salvación, mañana con una predicción de buen tiempo de 95% de probabilidad, pasado mañana con una predicción de 60% de probabilidad sobre el mercado de valores: si en todos estos casos suponemos que pasará lo más probable, estaremos en lo cierto en el mayor número de casos. Los múltiples sucesos de la vida cotidiana constituyen una serie, por poco homogénea que sea, que acepta la interpretación de frecuencia de la probabilidad. Hablar de un sentido de la probabilidad para un solo hecho es un hábito inofensivo o aun útil, porque conduce a una correcta evaluación del futuro en cuanto se traduce este lenguaje a un enunciado sobre una serie de hechos.

Los hábitos lingüísticos de esta clase no perturban necesariamente al lógico. Él tiene medios para señalar a esos hábitos un lugar en la lógica. Considera que las expresiones de esta clase tienen un sentido ficticio y representan un modo elíptico del lenguaje, modo que ha adquirido una aparente vida propia pero que tiene sentido sólo porque puede ser traducido a un enunciado de clase diferente. El lógico permite al matemático hablar del punto infinitamente lejano en que dos paralelas se cortan, porque sabe que

todo lo que este juicio significa es que las dos líneas no se cortan en una distancia finita. El lógico permitirá también a un hombre hablar de una implicación necesaria en un caso singular, o de una probabilidad en un caso singular, y considerará esta forma del lenguaje como representativa de un sentido ficticio. Usando un término técnico, habla de *translación de significado* del caso general al caso particular. Siempre que los hábitos lingüísticos sean útiles, el lógico podrá explicarlos.

Las diferencias surgen no en el lenguaje de la vida diaria, sino cuando hablamos del sentido de estos enunciados. Estas diferencias conciernen a la filosofía. El lógico, que se da cuenta de que los enunciados de probabilidad se refieren a una frecuencia, llega a una evaluación peculiar de los enunciados de probabilidad, que los distingue de otros enunciados. Quisiera explicar esta diferencia más detenidamente.

Supongamos que alguien echa un dado y se nos pide que digamos si la cara “seis” caerá o no. Preferiremos predecir que no saldrá el “seis”. ¿Por qué? No lo sabemos de seguro; pero tenemos una mayor probabilidad, digamos de 5/6, por el “no seis” que por el “seis”. No podemos pretender que nuestra predicción deberá resultar cierta; pero resulta más ventajoso hacer esta predicción que la contraria, porque en el mayor número de los casos sucederá como decimos.

He llamado a un enunciado de esta clase un *supuesto*. Un supuesto es un enunciado que consideramos como verdadero aun cuando no sabemos si lo es o no. Tratamos de escoger nuestros supuestos de tal modo que sean verdaderos lo más frecuentemente posible. El grado de probabilidad suministra una *valoración* del supuesto; nos indica el grado de ventaja en el uso del supuesto. Ésta es la única función de una probabilidad. Si tenemos que escoger entre un supuesto de grado 5/6 y uno de grado 2/3, preferiremos el primero, porque este supuesto resultará verdadero con mayor frecuencia. Vemos entonces que el grado de probabilidad no tiene nada que ver con la verdad del enunciado individual, pero que funciona como una recomendación de cómo escoger nuestros supuestos.

El método de adoptar supuestos se aplica a todas las clases de enunciados de probabilidad. Si se nos dice que la probabilidad de lluvia para mañana es de 80%, tomamos el supuesto de que lloverá, suponemos que lloverá, y obramos de acuerdo. Por ejemplo, decimos al jardinero que no necesita venir mañana a regar nuestro jardín. Si recibimos la información de que los valores probablemente bajarán en el mercado, venderemos nuestras acciones. Si el médico nos dice que el cigarrillo probablemente acortará nuestra vida,

dejaremos de fumar. Si nos dicen que probablemente conseguiremos un empleo con mejor sueldo si hacemos la solicitud para un puesto determinado, hacemos esa solicitud. Aun cuando todos estos enunciados sobre lo que pasará sólo se expresan como probables, los tomamos como verdaderos y obramos en consecuencia; esto es, los usamos como supuestos.

El concepto de supuesto es la clave para la comprensión del conocimiento predictivo. No puede expresarse un enunciado sobre el porvenir con la pretensión de que es verdadero; siempre podemos imaginarnos que lo contrario ocurrirá, y nada nos asegura que la experiencia futura no nos presente como real lo que hoy es imaginación. Es precisamente en este escollo donde toda interpretación racionalista del conocimiento ha naufragado. Una predicción de experiencias futuras puede expresarse sólo en forma de prueba; tomamos en cuenta su posible falsedad, y si la predicción resulta estar equivocada, estamos listos para otra prueba. El método de la prueba y el error es el único instrumento predictivo existente. Un enunciado predictivo es un supuesto; en lugar de conocer su verdad sólo conocemos su valoración, que se mide en términos de su probabilidad.

La interpretación de los juicios predictivos como supuestos resuelve el último problema restante para una concepción empirista del conocimiento: el problema de la inducción. El empirismo se vino abajo con la crítica de Hume sobre la inducción, porque no se había liberado de un postulado racionalista fundamental, el postulado de que todo conocimiento debe ser demostrablemente verdadero. Para esta concepción el método inductivo no se justifica, ya que no hay prueba de que conducirá a conclusiones verdaderas. Sucede una cosa diferente cuando se considera la conclusión predictiva como un supuesto. En esta interpretación no necesita una demostración de que es verdadero; todo lo que puede pedirse es una prueba de que es un buen supuesto, o aun de que es el mejor supuesto disponible. Esta prueba puede darse, y así el problema inductivo puede ser resuelto.

La prueba requiere una investigación algo más amplia; no puede darse simplemente demostrando que la conclusión inductiva tiene un alto grado de probabilidad. Requiere un análisis de los métodos de probabilidad y debe basarse en consideraciones que sean independientes de esos métodos. La justificación de la inducción debe darse fuera de la teoría de la probabilidad, porque ésta presupone el uso de la inducción. El significado de esto se expondrá en seguida.

La prueba es precedida por una investigación matemática. El cálculo de probabilidades ha sido construido en forma axiomática, comparable a la

geometría de Euclides; esta construcción demuestra que todos los axiomas de la probabilidad son teoremas puramente matemáticos y por lo tanto juicios analíticos. El único punto donde interviene un principio no analítico es en la determinación de un grado de probabilidad por medio de una inferencia inductiva. Encontramos una cierta frecuencia relativa para una serie de acontecimientos observados y suponemos que la misma frecuencia valdrá aproximadamente en una ampliación de la serie. Ése es el único principio sintético sobre el cual se basa la aplicación del cálculo de probabilidades.

Este resultado es de la mayor significación. Las múltiples formas de inducción, incluyendo el método hipotético-deductivo, se expresan en términos de métodos deductivos, con la única adición de la inducción por enumeración. El método axiomático suministra la prueba de que todas las formas de inducción son reducibles a la inducción por enumeración: el matemático de nuestro tiempo prueba lo que Hume dio por sabido.

El resultado puede parecer sorprendente, porque el método de construir hipótesis explicativas, o de evidencia indirecta, parece muy diferente de una simple inducción por enumeración. Pero como es posible interpretar todas las formas de evidencia indirecta como inferencias cubiertas por el cálculo matemático de probabilidades, estas inferencias se incluyen en el resultado de la investigación axiomática. Por medio del poder de deducción, el sistema axiomático controla las aplicaciones más remotas de las inferencias de probabilidad, como el ingeniero que controla un proyectil lejano por medio de ondas de radio; aun las complicadas estructuras de inferencias utilizadas por el detective o por el científico pueden explicarse en términos de los axiomas. Estas estructuras son superiores a una simple inducción por enumeración porque contienen mucho de lógica deductiva, pero su contenido inductivo es descrito totalmente como una red de inducciones del tipo enumerativo.

Quisiera ilustrar cómo pueden combinarse las inducciones enumerativas formando una red. Por siglos los europeos habían conocido sólo cisnes blancos, e infirieron que todos los cisnes del mundo eran blancos. Un día se descubrieron cisnes negros en Australia; de modo que la inferencia inductiva condujo a una conclusión falsa. ¿Podría haberse evitado el error? Es un hecho que otras especies de aves muestran una gran variedad de color entre sus individuos; así que el lógico debería haberse opuesto a la inferencia con el argumento de que, si el color varía entre los individuos de otras especies, podría variar también entre los cisnes. El ejemplo muestra que una inducción puede ser corregida con otra inducción. En realidad, prácticamente todas las inferencias inductivas se hacen no aisladamente, sino dentro de una red de

muchas inducciones. Un biólogo me dijo una vez que había probado la herencia de una mutación artificial en muchas generaciones y por ello estaba seguro de que se trataba de una mutación genuina. Cuando le pregunté cuántas generaciones había utilizado para la prueba, contestó que había utilizado cincuenta generaciones de moscas. El número parecería pequeño a un estadístico de seguros de vida, acostumbrado a trabajar con millones de casos antes de poder hacer una inferencia inductiva. ¿Qué es un número grande? A esto puede responderse sólo sobre la base de otras inducciones, que nos indican de qué consideración debe ser un número para que podamos esperar que persista una frecuencia observada. Para una prueba de herencia cincuenta generaciones es un número grande. Cuando un médico somete a un paciente a la prueba de Wassermann para investigar si tiene sífilis, hace sólo una observación; de modo que aquí el número uno es un número grande para una inferencia inductiva. Esto lo demuestran otras inferencias inductivas, que han establecido el hecho de que, si una prueba es positiva o negativa, las demás también lo serán. Cuando digo que todas las inferencias inductivas son reducibles a la inducción por enumeración, quiero decir que pueden expresarse por medio de una red de tales inducciones simples. El método por el cual se combinan estas inferencias elementales puede ser de una estructura mucho más complicada que el empleado en los ejemplos anteriores.

Como todas las inferencias inductivas son reducibles a la inducción por enumeración, todo lo que se necesita para legitimar las inferencias inductivas es una justificación de la inducción por enumeración. Es posible esta justificación cuando se repara en que las conclusiones inductivas no pretenden ser enunciados verdaderos, sino meramente supuestos.

Cuando contamos la frecuencia relativa de un hecho, encontramos que el porcentaje a que se llega varía con el número de casos observados, pero que las variaciones desaparecen gradualmente a medida que el número aumenta. Por ejemplo, las estadísticas de natalidad muestran que en mil nacimientos 49% fueron varones; aumentando el número de casos, hallamos 52% de varones en 5 mil nacimientos, 51% en 10 mil nacimientos. Supongamos por un momento que sabemos que siguiendo por este camino llegaremos finalmente a un porcentaje constante —el matemático habla de un límite de la frecuencia—, ¿qué valor numérico debemos suponer para este porcentaje final? Lo mejor que podemos hacer es considerar el último valor encontrado como el permanente y emplearlo como nuestro supuesto. Si el supuesto resulta en observaciones posteriores ser falso, lo corregimos; pero si la serie converge hacia un porcentaje final, llegaremos a la larga a valores cercanos al

valor final. De modo que se ve que la inferencia inductiva es el mejor instrumento para encontrar el porcentaje final, o la probabilidad de un suceso, si efectivamente existe el porcentaje límite, esto es, si la serie converge hacia un límite.

¿Cómo sabemos que hay un límite para la frecuencia? Desde luego no tenemos prueba para esta suposición. Pero sabemos que si tal límite existe, lo hallaremos por el método inductivo. De modo que si queremos hallar el límite de la frecuencia, debemos usar la inferencia inductiva; es el mejor instrumento con que contamos, porque, si puede llegarse al objetivo, será de ese modo. Si no puede alcanzarse, nuestros intentos son vanos; pero entonces cualquier otro intento también fracasará.

El hombre que hace inferencias inductivas puede compararse al pescador que echa su red en una parte desconocida del mar. No sabe si conseguirá atrapar peces, pero sabe que si quiere atraparlos tiene que echar la red. Toda predicción inductiva es como echar una red en el mar de los acontecimientos de la naturaleza; no sabemos si vamos a tener una buena pesca, pero cuando menos hacemos el intento, y lo hacemos con el auxilio del mejor medio que existe.

Intentamos porque queramos obrar, y el que quiere obrar no puede esperar hasta que el porvenir se convierta en conocimiento observable. El control del porvenir —el dar forma a los acontecimientos futuros según un plan—, presupone un conocimiento de predicción de lo que pasará si ciertas condiciones se cumplen, y si no sabemos la verdad de lo que va a pasar, haremos uso de nuestros mejores supuestos en lugar de la verdad. Los supuestos, son los instrumentos de la acción allí donde no se cuenta con la verdad; la justificación de la inducción es que es el mejor instrumento de acción que conocemos.

Esta justificación de la inducción es muy simple; demuestra que la inducción es el mejor medio para llegar a cierto objetivo. El objetivo es predecir el porvenir; su formulación como búsqueda del límite de una frecuencia no es sino otra versión del mismo objetivo. Esta formulación tiene el mismo significado, porque el conocimiento predictivo es conocimiento probable y la probabilidad es el límite de una frecuencia. La teoría probabilística del conocimiento nos permite construir una justificación de la inducción; proporciona una prueba de que la inducción es la mejor forma de descubrir la única forma de conocimiento alcanzable. Todo conocimiento es conocimiento probable y puede expresarse únicamente en forma de supuestos, y la inducción es el instrumento para encontrar los mejores supuestos[*].

Esta solución del problema de la inducción se aclara si se la confronta con la teoría racionalista de la probabilidad. El principio de indiferencia, que ocupa una posición lógica semejante a la del principio de inducción porque se usa para la determinación de un grado de probabilidad, es considerado por el racionalista como un principio evidente por sí mismo de la lógica; de este modo llega a una *autoevidencia sintética*, a una lógica sintética *a priori*. Incidentalmente, con frecuencia se considera también el principio de la inducción por enumeración como un principio autoevidente; esta concepción representa la segunda versión de una lógica sintética *a priori* de la probabilidad. La concepción empirista de la lógica inductiva es esencialmente diferente. El principio de inducción por enumeración, que constituye su único principio sintético, no es considerado como autoevidente, o como un postulado que pudiera validar la lógica. Lo que la lógica puede probar es que el uso del principio es aconsejable si se persigue una finalidad, la finalidad de predecir el porvenir. Esta prueba, la justificación de la inducción, se construye por medio de consideraciones analíticas. Se permite al empirista usar un principio sintético, porque no afirma que el principio sea verdadero o que deba conducir a conclusiones verdaderas o a probabilidades correctas o a cualquier clase de éxito; de todo lo que está convencido es de que lo mejor que puede hacer es emplear tal principio. Esta renunciación a toda pretensión de verdad le permite incorporar un principio sintético a una lógica analítica y satisfacer la condición de que lo que él *afirma* sobre la base de su lógica sea sólo verdad analítica. Puede hacer esto porque no afirma la conclusión de la inferencia inductiva, sino que sólo la supone; lo que afirma es que lo que supone es un medio para alcanzar su fin. De este modo se cumple plenamente el principio empirista de que la razón sólo puede hacer contribuciones analíticas al conocimiento, de que la auto-evidencia sintética no existe.

Las incertidumbres del empirismo, formuladas en el escepticismo de David Hume, fueron el producto de una interpretación equivocada del conocimiento y se desvanecen con una interpretación correcta: tal es el producto que ofrece una filosofía levantada sobre el terreno de la ciencia moderna. El racionalista no sólo obsequió al mundo una serie de sistemas insostenibles de filosofía especulativa; también envenenó la interpretación empirista del conocimiento induciendo al empirista a luchar por objetivos inalcanzables. La concepción del conocimiento como un sistema de enunciados cuya, verdad puede demostrarse tenía que ser superada por la evolución de la ciencia, antes que pudiera encontrarse una solución al problema del conocimiento predictivo. La busca de la certeza tenía que

extinguirse dentro de la más precisa de todas las ciencias de la naturaleza, dentro de la física matemática, antes que el filósofo pudiera explicar el método científico.

El cuadro que la filosofía moderna nos presenta del método científico es muy diferente del de las concepciones tradicionales. Lejos está el ideal de un universo cuyo curso sigue leyes estrictas, de un cosmos predeterminado que marcha como un reloj con su cuerda. Lejos se encuentra el ideal del científico que conoce la verdad absoluta. Los acontecimientos de la naturaleza se asemejan más a dados que se tiran sobre la mesa que a estrellas que giran; se hallan regidos por leyes de probabilidad, no por la causalidad, y el científico se acerca más al jugador que al profeta. Puede decir sólo cuáles son sus mejores supuestos, nunca sabe de antemano si resultarán o no verdaderos. Pero es un mejor jugador que el hombre del tapete verde, porque sus métodos estadísticos son superiores. Y su objetivo es más alto, es predecir los movimientos de los dados del cosmos. Si se le pregunta por qué sigue sus métodos, a título de qué hace sus predicciones, no puede responder que tiene un conocimiento irrefutable del porvenir; lo único que puede hacer son sus mejores apuestas. Pero puede demostrar que *son* las mejores apuestas, que eso es lo mejor que puede hacer, y si un hombre hace lo mejor que puede hacer, ¿qué más se le puede pedir?

XV. INTERLUDIO: SOLILOQUIO DE HAMLET

SER O NO SER: no es un dilema sino una tautología. A mí no me interesan los enunciados vacíos. Lo que yo quiero saber es la verdad de un enunciado sintético: lo que yo quiero saber es si seré, esto es, sin tendré valor para vengar a mi padre.

¿Por qué necesito valor? Es verdad, el esposo de mi madre, el rey, es un hombre poderoso y yo arriesgaré mi vida. Pero si puedo convencer a todos de que él asesinó a mi padre, todos estarán conmigo. Si puedo convencer a todos de algo que es tan claro para mí.

¿Por qué es claro? Tengo buena evidencia. El fantasma fue muy concluyente en sus argumentos. Pero es sólo un fantasma. ¿Existe? Es cosa que no podría preguntarle. Quizá lo soñé. Pero hay otra evidencia. Ese hombre tenía un motivo para matar a mi padre. ¡Qué oportunidad de convertirse en rey de Dinamarca! Y el apresuramiento con que mi madre se casó con él. Mi padre había sido siempre un hombre saludable. He aquí un buen testimonio indirecto.

Pero he ahí: nada más qüe un testimonio indirecto. ¿Puedo creer lo que sólo es probable? Es aquí donde me falta el valor. No es que me atemorice el presente rey; de lo que tengo miedo es de hacer algo fundándome en una pura probabilidad. El lógico me dice que una probabilidad no tiene sentido para un solo caso. ¿Cómo puedo entonces obrar en este caso? He ahí lo que pasa cuando se pregunta al lógico. El matiz propio de la resolución pierde su color con el pálido velo del pensamiento. Pero ¿y si empiezo a pensar después de mi acto y encuentro que no debía haberlo hecho?

¿Es tan malo el lógico? Me dice que si algo es probable puedo convertirlo en supuesto y obrar como si fuera verdad. Al hacerlo estaré en lo cierto en la mayor parte de los casos. Pero ¿estaré en lo cierto en *este* caso? No hay respuesta. El lógico dice: “Obra. Estarás en lo cierto en el mayor número de los Gasos”.

Veo una solución. Haré más concluyente la evidencia. Realmente es una buena idea: esa representación que voy a poner. Será un experimento decisivo. Si lo asesinaron, no podrán ocultar sus emociones. Eso es buena psicología. Si la prueba resulta ser positiva, sabré todo lo que ha sucedido. ¿Os dais cuenta de lo que quiero decir? Hay más cosas en el cielo y en la tierra de las que has soñado en tu filosofía, mi querido lógico.

¿Lo sabré con toda certeza? Veo tu sonrisa irónica. La certeza no existe. La probabilidad aumentará y mi supuesto tendrá más valor. Puedo contar con un porcentaje mayor de resultados correctos. Eso es todo lo que puedo alcanzar. No puedo dejar de plantear un supuesto. Yo quiero certeza, pero todo lo que el lógico tiene que darme es el consejo de construir supuestos.

Heme aquí, el eterno Hamlet. ¿De qué me sirve preguntar al lógico, si todo lo que él me dice es que haga hipótesis? Su consejo confirma mi duda en lugar de darme el valor que necesito para obrar. La lógica no se ha hecho para mí. Es necesario tener más valor que Hamlet para ser siempre guiado por la lógica.

XVI. LA CONCEPCIÓN FUNCIONAL DEL CONOCIMIENTO

EN LOS capítulos precedentes se ha presentado una serie de resultados alcanzados por la filosofía científica; además, se han revisado los métodos y resultados de los dos más importantes instrumentos del conocimiento: la lógica deductiva e inductiva. En este capítulo quisiera dar un resumen de las partes más generales de la filosofía científica, en que se ha desarrollado una nueva concepción del conocimiento y se ha dado una solución científica al problema de la realidad física. Para poder presentar con claridad la naturaleza de esta concepción la compararé con la concepción del conocimiento que se encuentra más o menos abiertamente expresada en los sistemas filosóficos tradicionales.

La filosofía especulativa se halla caracterizada por una concepción *trascendente* del conocimiento, según la cual el conocimiento trasciende las cosas observables y depende del uso de otras fuentes distintas de la percepción sensible. La filosofía científica ha elaborado una concepción *funcional* del conocimiento, que considera el conocimiento como un instrumento de predicción y para la cual la observación sensible es el único criterio aceptable de verdad no vacía. Quisiera explicar los dos puntos de vista más ampliamente para poder confrontar uno con otro.

La concepción trascendente del conocimiento ha hallado su símbolo clásico en la parábola de la caverna de Platón. Éste describe una caverna en la que viven varias personas, que han nacido allí y nunca han salido de ella; se encuentran encadenadas en sus lugares de modo tal que sólo ven el fondo de la caverna sin poder volver la cabeza. Frente a la entrada, hay un fuego que ilumina el interior. Entre el fuego y la entrada pasan personas, y sus sombras se proyectan en la pared del fondo; los habitantes de esta caverna ven las sombras, pero nunca pueden ver a quienes se hallan afuera porque no pueden volver la cabeza. Creen que las sombras son cosas reales y no saben nunca que existe un mundo externo, del que sólo ven la sombra. De esta clase, dice Platón, es el conocimiento del mundo físico que poseen los seres humanos. El mundo perceptible es como las sombras proyectadas en la pared de la caverna. Sólo el pensamiento puede revelamos la existencia de una realidad superior, de la cual los objetos visibles no son más que pobres imágenes.

Por dos mil años la parábola de la caverna ha simbolizado la actitud del filósofo especulativo. Expresa el punto de vista de un hombre profundamente insatisfecho con los resultados de la experiencia sensible, que desea con todas sus fuerzas ir más allá de lo observable y de lo que puede inferirse inductivamente de ello. Considera el conocimiento empírico un mal sustituto de un conocimiento mejor, accesible sólo a la visión mental y reservado al matemático y al filósofo. Es trascendentalismo en su forma más pura. Introduce una línea del pensamiento filosófico que culmina finalmente en la distinción entre las cosas de apariencia y las cosas-en-sí. La magistral sinopsis del racionalismo de Kant repite la dicotomía de un mundo del aquí y un mundo "más allá", con la cual el racionalismo inició su marcha triunfal por la civilización occidental, y que psicológicamente se halla tan íntimamente unida a la dicotomía religiosa de la vida terrena de aquí y la vida eterna por venir.

Para aquellos que no puedan olvidarse de esta dicotomía, la filosofía científica no tiene mucho que decir. El racionalismo es una propensión emocional hacia un mundo de imaginación, un descontento con la realidad física que surge de motivos no lógicos y que debe curarse por medios no lógicos. El lógico de hoy puede demostrar que la meta del racionalismo es inalcanzable, que el conocimiento derivado sólo de la razón se halla vacío de contenido, que la razón no puede damos las leyes del mundo. Pero abandonar el deseo de lo inalcanzable requiere una revisión de los lastres emocionales. El símbolo del idealista racionalista no es el hombre que descubre las causas no observables de los fenómenos observables, ya que es eso lo que hace el científico, quien, si estuviera encadenado en la caverna de Platón, pronto descubriría por el método de evidencia indirecta que las sombras observadas tienen causas exteriores[*]. Ir más allá de lo observable por medio de la inferencia científica es el método legítimo del empirista. El símbolo del idealista es el hombre que se pone a soñar despierto porque no puede gozar la realidad con todas sus imperfecciones morales y estéticas. El idealismo es la etiqueta filosófica del evasionismo; siempre ha florecido en las épocas de catástrofes sociales que han sacudido los cimientos de la sociedad humana. Por difícil que sea vencer el ansia de satisfacción narcótica de los sueños, hay modos de escapar de la creencia racionalista en las cosas-en-sí, que retozan, sin ser vistas, detrás de la fachada de la apariencia. Semejante reajuste emocional puede lograrse algunas veces por el estudio de las ciencias positivas, por la experiencia de la satisfacción emocional que deriva del control de las cosas observables y la correcta predicción de su

comportamiento. Pero algunas veces requiere la intervención del psicoanalista.

La misión histórica del empirismo consistió en contrarrestar la dicotomía racionalista. Desde los tiempos de los antiguos atomistas y escépticos ha tratado de crear una filosofía de este mundo, rehusándose a aceptar un "más allá". No podía alcanzar plenamente su objetivo antes de que la ciencia misma se hubiera deshecho de su disfraz racionalista. El análisis matemático de la naturaleza, originariamente el triunfo aparente de los métodos racionalistas, con el tiempo se ha convertido en el instrumento de un conocimiento que basa sus pretensiones de verdad en la percepción sensible, un instrumento solamente, no una fuente de verdad. Los siglos XIX y XX, a los que debemos este suceso, se han convertido de esta manera en la cuna de un nuevo empirismo que no sólo atacó al racionalismo, sino que también tuvo medios para superarlo. Debido al uso que hace de los métodos de la lógica simbólica para el análisis del conocimiento, también recibe el nombre de *empirismo lógico*.

En contraste con la concepción trascendente del conocimiento, puede llamarse a la filosofía del nuevo empirismo una *concepción funcional del conocimiento*. En esta interpretación, el conocimiento no se refiere a otro mundo, sino que considera que las cosas de este mundo realizan una función en vista de un propósito, el propósito de predecir el porvenir. Quisiera discutir esta concepción, que se ha convertido en un principio del empirismo lógico.

Los seres humanos son cosas entre otras cosas de la naturaleza, y por mediación de los órganos de los sentidos son afectados por esas otras cosas. Tal afección produce varias clases de reacciones del cuerpo humano, entre las cuales la reacción lingüística, la producción de un sistema de signos, es la más importante. Los signos son hablados o escritos; la forma escrita, aun cuando quizás para los propósitos de la vida no tan importante como la hablada, es superior en el sentido de que sigue un sistema más estricto de leyes y exhibe con mayor precisión el contenido cognitivo del lenguaje.

¿Qué es este contenido cognitivo? No es algo que se añade al sistema de signos; es una propiedad del sistema de signos. Los signos son cosas físicas, tales como tinta sobre papel, u ondas de sonido, que se usan en una relación de correspondencia con otras cosas físicas; la correspondencia, que no se basa en ninguna semejanza, descansa en una convención. Por ejemplo, la palabra "casa" corresponde a una casa, la palabra "roja" a la propiedad de ser roja una cosa. Los signos se combinan en tal forma que algunas de esas combinaciones, llamadas oraciones, corresponden a estados de cosas del

mundo físico. Se dice que estas combinaciones de signos son verdaderas. Por ejemplo, cuando la oración “la casa es roja” corresponde a un estado de cosas efectivo, se llama verdadera. Otras combinaciones de signos, a las que agregando el signo “no” se transforman en oraciones verdaderas, se llaman falsas. Una combinación de signos que pueda demostrarse que es verdadera o que pueda demostrarse que es falsa se dice que tiene significado. Este concepto es importante porque con frecuencia nos encontramos con combinaciones de signos cuya verdad o falsedad no puede determinarse en cierto momento, pero puede determinarse posteriormente. Cualquier juicio no comprobado, como “mañana lloverá”, es de este tipo.

La referencia a la verificabilidad es un componente necesario de la teoría del significado. Una oración cuya verdad no pueda determinarse por posibles observaciones no tiene significado. Aun cuando los racionalistas han creído que hay significados en sí mismos, los empiristas han insistido siempre en que el significado depende de la verificabilidad. La ciencia moderna es una ilustración de este punto de vista. En los análisis anteriores del espacio, el tiempo, la causalidad y la mecánica cuántica, la dependencia del significado respecto de la verificabilidad fue evidente; sin la aceptación de este criterio la física moderna sería incomprensible. La teoría *del significado* fundado en la *verificabilidad* es parte indispensable en una filosofía científica.

En lugar de decir “la oración tiene un significado”, sería preferible decir “la oración es significativa”; esta versión muestra con mayor claridad que el significado es una propiedad de los signos, y no algo que se les añade. Las combinaciones significativas de signos son importantes porque nos permiten hablar de acontecimientos que son desconocidos para nosotros, en particular de acontecimientos futuros. La ampliación del lenguaje de oraciones verdaderas a oraciones significativas abre el camino para el uso teórico del lenguaje; esto es, esta extensión permite a quien hace uso de los signos describir varios acontecimientos posibles y escoger entre sus formulaciones la que parezca más recomendable considerar como verdadera.

Las oraciones pueden ser verificadas de varios modos. La forma más simple de verificación se realiza por medio de la observación directa; pero sólo un reducido grupo de oraciones puede verificarse de este modo, como “llueve”, o “Pedro es más alto que Pablo”. Si una oración de observación se refiere al pasado, consideramos posible la verificación aun cuando no haya habido observador; por ejemplo, la oración “el 28 de noviembre del año 4 d. C. nevó en la isla de Manhattan” es verificable, y por lo tanto significativa, porque pudo haber habido un observador. Otras observaciones no pueden ser

verificadas directamente. Que haya habido una época en que la tierra fue habitada por dinosaurios y en que no existió la raza humana, o que la materia esté formada de átomos, sólo puede ser indirectamente verificado con el auxilio de inferencias inductivas basadas en observaciones directas. Estas oraciones son significativas porque admiten una verificación indirecta. Es el cálculo de probabilidades el que da las reglas para esta clase de verificación. La oración verificada de este modo es expresada como un supuesto. Si se refiere al porvenir, puede usarse como una guía para obrar. El sistema de signos construido sobre esta definición del significado ha sido construido de tal forma que puede emplearse como instrumento de predicción. Tal es su función para el que hace uso de los signos. Si sirve este propósito se le llama conocimiento.

Se ha presentado la objeción de que el significado es de naturaleza subjetiva, de que nadie puede decirle a una persona lo que quiere decir; y de que debería permitirse a todo el mundo usar sus palabras con los significados que a cada uno parecieran más convenientes. Según esta objeción, no tiene justificación la imposición que sobre el uso del lenguaje quiere hacer el filósofo científico que insiste en que se descarten las oraciones que no puedan verificarse, o en que la verificación debe basarse siempre en la observación sensible en combinación con inferencias inductivas o deductivas. Esta objeción, sin embargo, se equivoca en su interpretación de la naturaleza lógica de la teoría del significado fundado en la verificabilidad. No se pretende que esta teoría sea una especie de exigencia moral. El filósofo científico es tolerante; deja que todo el mundo dé a entender lo que quiera. Pero dice: si usas significados no verificables, tus palabras no pueden explicar tus acciones. Lo que haces se halla siempre orientado hacia el porvenir; y los juicios sobre el porvenir pueden traducirse a posibles experiencias sólo en la medida en que sean verificables. La teoría del significado del empirista no suministra una descripción de los significados subjetivos de una persona. Es una regla propuesta para la forma del lenguaje y recomendable por buenas razones: define la clase de significado que, si se da a las palabras de una persona, las hace compatibles con sus acciones. Esta propiedad es todo lo que puede exigirse razonablemente a una teoría del significado. Los que aceptan el criterio de la verificabilidad hablan un lenguaje consecuente con su conducta; para ellos el lenguaje realiza una función indispensable para la persecución de actividades, y no es un sistema vacío apartado del mundo de la experiencia.

La concepción funcional despoja al conocimiento de todos los misterios con que dos mil años de racionalismo lo han lastrado. Hace de la naturaleza del conocimiento algo muy sencillo, pero la solución sencilla es con frecuencia la más difícil de encontrar. La teoría del conocimiento tenía que liberarse primero del lastre de la síntesis *a priori*, residuo de una corriente mística dirigida hacia un mundo de entidades detrás de lo observable, antes de poder afirmar con claridad la característica funcional del conocimiento. Y la prueba de que el conocimiento es funcional, de que es el mejor instrumento para hacer predicciones, no podía darse antes de que se hallara una interpretación satisfactoria de la probabilidad. En tanto el empirismo no podía fundar el uso de las inferencias inductivas y de las probabilidades, no era más que un programa y no una teoría filosófica. El programa del empirismo, el principio de que toda verdad sintética se deriva de la observación y de que todas las contribuciones de la razón al conocimiento son analíticas, no podía llevarse a cabo antes que la ciencia de los siglos XIX y XX hubiera preparado los medios necesarios. Nuestra época es la primera en ver un empirismo consistente.

La teoría del significado fundado en la verificabilidad es el instrumento lógico por medio del cual el empirismo supera la dicotomía de un mundo de cosas de apariencia y otro de cosas en sí. Descarta las cosas en sí porque resulta carente de significado hablar de cosas que en principio no pueden conocerse. En lugar de cosas que no pueden conocerse, el empirista habla de cosas que no pueden observarse; pero estas cosas son accesibles al conocimiento y se puede hablar de ellas con sentido. Los enunciados sobre las cosas que no pueden observarse tienen significado en tanto que se derivan de observaciones; adquieren significado por transferencia, esto es, por su relación con cosas observables. Estas relaciones fueron tratadas en el capítulo XI con referencia a los problemas de la física cuántica. Deben estudiarse con mayor detalle ahora, y con referencia a todas las formas del conocimiento.

El problema de la realidad, la cuestión de si el mundo es real, surge de una experiencia psicológica cotidiana: la distinción entre el sueño y la vigilia. Desde luego, esta distinción tiene significado; pero es necesario exponer más explícitamente su significado y su origen para superar las múltiples falsas conclusiones que los filósofos han derivado de ella.

Imaginemos a un hombre que no sea consciente de la diferencia entre el sueño y la vigilia y que escriba todo lo que observe. Escribirá oraciones como “hay un perro”, “Pedro vino a verme”, “el carro no arrancó”, “María se puso

de pie sobre la sopa de tomate", etc. El último apunte, desde luego, se refiere a lo que nosotros llamamos "sueño"; pero en el diario de este hombre no habrá ninguna indicación explícita de que es un sueño. No puede haber una indicación semejante porque los fenómenos oníricos no difieren en cualidad, mientras son experimentados, de las observaciones reales; en otras palabras, nadie sabe que sueña cuando está soñando. Un diario perfecto de esta clase, que recoja todas nuestras observaciones, pero que lo haga sin discriminación alguna y que se abstenga de inferencias que vayan más allá de lo que realmente se experimenta, puede considerarse como la base lógica del conocimiento humano. Para estudiar la constitución del conocimiento, el filósofo tiene que considerar las inferencias que conducen de esta base a enunciados sobre objetos físicos, sueños y toda clase de construcciones científicas, tales como la electricidad o las galaxias o un complejo de culpa. Imaginemos, pues, a un hombre que trate de construir un sistema del conocimiento a partir de lo que ha apuntado en su diario perfecto.

Trataría de ordenar las oraciones disponiéndolas en grupos y formulando leyes generales vigentes en ellos. Por ejemplo, descubriría la ley de que siempre que hay una oración que informa que el sol brilla, hay otra oración posterior en el sentido de que el ambiente se calienta más, resultado que él formula como una relación: siempre que el sol brilla el ambiente se calienta más. Pero pronto descubriría que cierto grupo de oraciones, como aquella de que María se pone de pie sobre la sopa de tomate, debe separarse de las otras; no puede incluirlas en el sistema ordenado, ya que no conducen a predicciones correctas y, por lo tanto, tampoco a leyes generales. Por ejemplo, encontraría apuntes en que constaría que al tocar la sopa siempre se moja uno el dedo, en tanto que los pies de María no muestran haber sufrido la misma experiencia después de que los sacó de la sopa de tomate. A este grupo de apuntes, que forman una isla lógica, lo llamaría sueños.

La diferencia entre el sueño y la vigilia puede comprobarse por diferencias estructurales dentro de la colección de informes: tal es el resultado lógico de este análisis. Es una diferencia significativa porque puede traducirse a relaciones verificables; los sueños no nos proporcionan observaciones que permitan la predicción de experiencias posteriores. Este resultado conduce a una clasificación de las oraciones informativas en las que son *objetivamente verdaderas* y las que son nada más *subjetivamente verdaderas*. Para tener un nombre general antes que se haga esta distinción, llamaré a todas las oraciones informativas *inmediatamente verdaderas*; es decir, se supone que no son mentiras. La verdad inmediata se divide en verdad objetiva y subjetiva

como resultado de ordenamiento interno, esto es, de un ordenamiento que no va más allá de las oraciones apuntadas en el diario perfecto.

De las oraciones pasamos a las cosas: de los informes que son objetivamente verdaderos se dice que se refieren a *cosas objetivas*, de los informes que son sólo *subjetivamente verdaderos* se dice que se refieren a *cosas subjetivas*, pero sólo las primeras son cosas objetivas, o reales. ¿Qué son las otras?

Para tratar con ellas, inventamos el concepto "mi cuerpo". Decimos que entre los objetos físicos hay uno, llamado "mi cuerpo", que es afectado causalmente por otras cosas físicas y puesto en cierto estado fisiológico. Siempre que hay una cosa objetiva registrada en el diario, mi cuerpo se halla en un estado determinado; pero puede hallarse en ese estado incluso cuando no hay una cosa objetiva. Por lo tanto, las cosas subjetivas, aun cuando no tengan realidad, indican cosas reales de otra clase: indican estados de mi cuerpo.

La última afirmación parece una falacia lógica: si algo no existente indica algo existente, debe existir también. Para superar esta paradoja, debemos tener mayor cuidado al expresar nuestras inferencias. Esto se logra acudiendo nuevamente a las oraciones del diario. Encontramos antes que no todos estos enunciados son objetivamente verdaderos. Lo que ahora encontramos es que si un informe sobre algo observado no es objetivamente verdadero, podemos inferir no que hay un objeto físico correspondiente, sino que existe un estado de nuestro cuerpo como el que existiría si hubiera un objeto correspondiente. Hablando de oraciones evitamos expresiones como "cosas subjetivas". Inversamente, como esta traducción a un lenguaje que habla de oraciones es posible, es permisible también usar estos términos. Podemos decir, por lo tanto, que las cosas subjetivas tienen una existencia subjetiva, y usan de este modo una existencia ficticia. Estas expresiones son permisibles por la razón misma de que pueden ser descartadas.

De este modo se llega a la división del mundo de la experiencia en cosas objetivas y subjetivas por medio de inferencias válidas y se la expresa en un lenguaje legítimo. Suponiendo que todas las oraciones informativas sean objetivamente verdaderas, encontramos que algunas no lo son; ésta es una inferencia válida de un tipo que el lógico llama *reductio ad absurdum*. Esto quiere decir que la suposición de que todas las oraciones informativas son objetivamente verdaderas "se reduce al absurdo". Para incorporar esas oraciones informativas que no son objetivamente verdaderas a un mundo físico consistente, introducimos la suposición del observador humano, cuyo

cuerpo puede hallarse en estados de observación sin que sean cosas objetivas. De este modo las oraciones oníricas se conectan con las oraciones del estado de vigilia por medio de relaciones de orden; podemos construir leyes fisiológicas que expliquen los sueños, y el psicoanálisis ha elaborado métodos que conectan causalmente experiencias oníricas con experiencias anteriores del estado de vigilia. Los grupos de oraciones oníricas pierden de este modo su carácter de isla y son incorporados al sistema total; sin embargo, esta interpretación dada a ellos difiere considerablemente de la de las otras oraciones.

De esta manera se introducen el observador humano y sus estados corporales por medio de una hipótesis física. Las inferencias que conducen a esta hipótesis deben ser examinadas con mayor detalle. Cuando intentamos construir un sistema consistente de leyes para cosas físicas, con frecuencia nos vemos obligados a introducir la suposición de que hay algunas otras cosas físicas que no pueden observarse directamente. Por ejemplo, para explicar los fenómenos eléctricos introducimos la suposición de que existe una entidad física, llamada electricidad, que viaja por alambres o recorre el espacio abierto en forma de ondas. Lo que observamos son fenómenos tales como la desviación de una aguja magnética o la música que sale de un aparato de radio; nunca observamos la electricidad directamente. Para estas entidades físicas uso el nombre de *illata*, que significa “cosas inferidas”. Se distinguen de los *concreta* que forman el mundo de las cosas observables. También se diferencian de los *abstracta*, que son combinaciones de *concreta* y no son directamente observables, por ser totalidades comprehensivas. Por ejemplo, el término “prosperidad” se refiere a una totalidad de fenómenos observables, de *concreta*, y se usa como una abreviatura que resume todos estos observables en su interrelación. Los *illata* no son combinaciones de *concreta*, sino entidades separadas inferidas de los *concreta*, cuya existencia simplemente hacen probable los *concreta*.

Los estados internos del cuerpo humano son *illata*, porque podemos observar solamente las reacciones del cuerpo, pero no sus condiciones internas, incluyendo los diferentes estados del cerebro. Para caracterizar estos estados usamos una forma indirecta de expresión; decimos, por ejemplo, “el estado que ocurriría si la persona viera un perro”. A este modo de lenguaje se le ha llamado *lenguaje de estímulos*. Caracterizamos un estado del cuerpo describiendo la clase de estímulo que provocaría este estado.

Puede ilustrarse esta clase de lenguaje con un ejemplo físico. El velocímetro mide la velocidad de un automóvil por la desviación de una

aguja. Para esto, las ruedas en movimiento se hallan conectadas por medio de engranajes y un eje flexible con la aguja, de tal modo que a mayor velocidad corresponde una desviación angular mayor de la aguja. Para cada posición de la aguja, se halla impresa la velocidad correspondiente en la esfera del velocímetro. Lo que la aguja indica directamente es un estado interno del velocímetro; pero indirectamente indica de ese modo una velocidad que, obrando como "estímulo", pone el instrumento en tal estado. En lugar de usar los números de la esfera como medida de la velocidad del vehículo, podríamos usarlos también para indicar los estados internos del velocímetro. Supongamos que alguien saca el instrumento del automóvil y mueve su eje; el velocímetro adquirirá un estado interno determinado. Si miramos los números de la esfera, podemos decir: "El velocímetro se encuentra en el estado de 60 kilómetros por hora". De este modo caracterizamos el estado del instrumento indirectamente en un lenguaje de estímulos.

Esta ilustración ayudará a aclarar la naturaleza de las cosas subjetivas. Las cosas que se ven en un sueño poseen la clase de existencia que la velocidad de 60 kilómetros en el ejemplo del velocímetro sacado del automóvil. Hablar de existencia aquí se justifica como una forma de lenguaje, pero la existencia física se limita a los estados del velocímetro que se describen de ese modo indirectamente. La dualidad del estado de sueño y el estado de vigilia no ofrece ninguna dificultad a una filosofía empírica. No necesita de la introducción de cosas que estén "más allá" del campo de las cosas físicas; tampoco abre el camino al trascendentalismo. Puede explicarse completamente en una "filosofía de este mundo". El significado de los enunciados sobre cosas existentes en un sueño es traducible al significado de enunciados sobre cosas objetivas.

Este análisis nos permite aclarar el significado del problema acerca de si el mundo es real. Puede interpretarse este problema en este sentido: ¿Nos encontramos ahora en un estado de vigilia o en un sueño? Es, sin duda, una pregunta significativa. De hecho, hemos experimentado situaciones oníricas en las cuales nos preguntamos eso, respondimos con la conclusión de que estábamos despiertos, y más tarde descubrimos que estábamos equivocados, es decir, que todavía estábamos soñando. ¿Podría suceder lo mismo ahora? No podemos excluir la posibilidad de que, posteriormente, descubramos que estábamos soñando ahora. Nos sentimos muy seguros de que esto no sucederá; pero no tenemos ninguna garantía absoluta de que no ocurra.

Volviendo a la treta lógica que antes usamos, el diario perfecto, podemos formular esta consideración del modo siguiente. Las islas oníricas en nuestras

oraciones informativas pudieron distinguirse de las demás oraciones porque la totalidad restante admitía un orden de leyes causales. Pero no podemos pretender con toda seguridad que este ordenamiento siempre será posible. Imaginemos que hemos estudiado las primeras 500 oraciones del diario, que hemos descubierto algunas islas, 30 oraciones en total, y que hemos logrado ordenar las 470 oraciones restantes razonablemente. Decimos entonces: "Estamos despiertos". Continuamos con el diario y encontramos otras mil oraciones que no pueden agregarse a las 470 oraciones anteriores, pero que pueden ordenarse razonablemente entre sí. Concluiremos entonces que aquellas 470 formaban una isla, esto es, que estábamos soñando; sólo ahora estamos realmente despiertos. ¿Estamos seguros de que la misma historia no se repetirá? ¿Y si aparecen otras 2 mil oraciones que nos obliguen a considerar nuestro presente estado como un sueño? ¿Y si la misma desoladora experiencia continúa repitiéndose una y otra vez?

Felicitémonos de que tal cosa no ocurra. Pero no podemos descartar tales experiencias por medio de argumentos lógicos. Por ello no podemos decir que experiencias así sean imposibles. Si se presentasen, si el hilo de las experiencias ordenadas se rompiera, y aun cuando volviera a juntarse, siempre se rompiera nuevamente, no podríamos hablar de una realidad física objetiva. Por lo tanto, la afirmación de que existe un mundo físico objetivo puede sólo considerarse como altamente probable, no como absolutamente cierta. Tenemos buena evidencia inductiva de la existencia de un mundo físico, pero es eso todo lo que podemos decir. Y tiene sentido hablar de un mundo físico objetivo porque los enunciados sobre este mundo pueden derivarse inductivamente de observaciones.

Nótese que el lenguaje con que hablamos del mundo físico no es determinado unívocamente por observaciones. Se halla sujeto a las ambigüedades expuestas en el capítulo XI en relación con un Protágoras imaginario. Existe una pluralidad de descripciones equivalentes, y el lenguaje realista ordinario con que describimos el mundo físico es simplemente uno entre estas descripciones; es al que he llamado *sistema normal*. Las inferencias inductivas pueden establecer la forma usual de enunciados sobre un mundo externo sólo después de que se ha sentado la regla sobre las leyes idénticas para los observables y los no observables. Esta regla tiene la naturaleza de una definición que determina la forma del lenguaje; se la puede llamar una *regla de extensión* del lenguaje, porque proporciona los medios para extender el lenguaje a un dominio más amplio de objetos, incluyendo objetos no observados. Pero que la regla pueda llevarse adelante, que haya un

sistema normal para la descripción del mundo físico de la vida diaria, es un hecho empírico; para decirlo con mayor precisión, es un hecho derivado por medio de inferencias inductivas. En este sentido, es una hipótesis bien confirmada inductivamente el que hay una realidad física.

Para decirlo en otras palabras: el enunciado “hay un mundo físico” puede distinguirse perfectamente del juicio “no hay un mundo físico”, porque podemos describir experiencias que hagan a un enunciado probable y al otro improbable. Los dos se diferencian por su contenido predictivo. La concepción funcional del conocimiento da un significado verificable a la hipótesis del mundo físico.

Me gustaría comparar este análisis con la discusión tradicional del *solipsismo*. De acuerdo con la teoría filosófica del solipsismo, todo lo que podemos afirmar es que tenemos experiencias; pero no podemos nunca ir más allá de esta afirmación y demostrar que existe una realidad objetiva. Aun cuando esta concepción apenas si ha sido en verdad mantenida, ha habido algunos filósofos que la han desarrollado como sistema filosófico; entre ellos G. Berkeley y M. Stirner, por ejemplo. Cuando digo que ni aun estos hombres realmente se adherían a esta teoría, me refiero al hecho de que escribieran libros exponiendo su teoría, lo cual es, por cierto, difícil de explicar si no creían que hubiera otras personas que pudieran leer estos libros. Con frecuencia se ha dicho que aun cuando la teoría del solipsismo sea absolutamente irrazonable, no tenemos ningún argumento lógico en contra de ella, porque todo lo que nuestras experiencias prueban es que tenemos experiencias, y que no existe un mundo físico.

Yo no creo que la situación sea tan desesperada. El solipsista comete un error fundamental: cree que puede demostrar la existencia de su propia personalidad. Pero el descubrimiento del *ego*, de la personalidad del observador, se basa en inferencias de la misma clase que el descubrimiento del mundo externo. Se interpretan las islas del diario como estados corporales del observador en la misma forma en que se consideran las demás oraciones como testimonios de un mundo físico; en realidad, así se incorporan las islas a una interpretación física total, ya que el observador es una parte del mundo físico. Se dijo antes que, por medio de la hipótesis del observador y sus estados corporales, las islas consabidas pierden su carácter insular y se convierten en descriptivas del mundo físico, en el sentido de que se considera que describen al observador. De este modo, si podemos demostrar la existencia del *ego*, podemos también probar la existencia del mundo físico, incluyendo la existencia de otras personas. El solipsista pasa por alto este

paralelismo de inferencias. Introduce el *ego* y sus experiencias como conocimiento absoluto y luego le cuesta trabajo derivar el mundo externo, pero sus dificultades son el resultado de una lógica deficiente.

En párrafos anteriores se expuso el análisis correcto de la situación: no tenemos evidencia absolutamente concluyente de que exista un mundo físico, ni tenemos tampoco evidencia absolutamente concluyente de que nosotros existamos. Pero tenemos buena evidencia inductiva para aceptar ambas suposiciones. Haciendo uso de los resultados del análisis de la inferencia inductiva podemos decir: tenemos buenas razones para adoptar el *supuesto* de la existencia tanto del mundo externo como de nuestras personalidades. Todo nuestro conocimiento está constituido por supuestos; de modo que nuestro conocimiento más general, el de la existencia del mundo físico y el de la de nosotros, los seres humanos dentro de él, es un supuesto.

La incorporación del observador humano al mundo físico es una de las características fundamentales de una filosofía empirista. La concepción trascendental del conocimiento escinde la realidad física y la mente humana, y llega así a problemas insolubles, como aquel sobre cómo podemos inferir la realidad a partir de datos mentales. Aun cuando la existencia mental se denomina ordinariamente existencia ideal y se la distingue del mundo onírico, el origen psicológico del idealismo debe buscarse en las experiencias del sueño y de las imágenes que podemos representamos a voluntad en estado de vigilia. Es el análisis lógico incorrecto de estas imágenes el que conduce a la concepción de la mente como una entidad independiente, como alguna especie de sustancia comparable a la sustancia física, pero con una realidad que le es propia. La respuesta a los filósofos especulativos de cepa idealista la da una filosofía empirista que, provista de los instrumentos de la lógica moderna, describe el conocimiento como un sistema de supuestos inductivos basados en oraciones informativas inmediatas. Es, pues, la concepción funcional del conocimiento, la reducción del significado a la verificabilidad, lo que elimina la controversia tradicional entre idealismo y realismo o materialismo.

Aun cuando parezca extraño, la concepción idealista del yo como constructor del mundo físico ha hallado recientemente un nuevo apoyo en ciertas interpretaciones de la física cuántica que usan indebidamente la perturbación de Heisenberg en el acto de la observación, y la complementariedad de Bohr. Según estas interpretaciones, la indeterminación de Heisenberg conduce a la conclusión de que es imposible trazar una línea de separación entre el observador y el objeto físico; como el observador altera el

mundo en el acto de la observación, no podemos decir qué cosa sea el mundo, independientemente del observador humano. El análisis anterior (capítulo XI) muestra que ésta es una interpretación equivocada de la mecánica cuántica. La indeterminación de los inobservables existe sólo para la transición del macromundo al micromundo; pero esta indeterminación no ocurre cuando se considera la transición de los objetos observados de nuestros alrededores a los macro-objetos no observados. Para esta última transición existe un sistema normal, que nos permite hablar de un mundo externo en el lenguaje realista ordinario. La indeterminación mecánico-cuántica no tiene nada que ver con la relación entre el observador humano y su medio ambiente. Empieza a participar sólo en una etapa posterior, cuando el mundo de los más pequeños objetos debe inferirse del de los objetos mayores.

Esto se ve bien claro cuando suponemos que todos los instrumentos de observación están construidos como instrumentos registradores, que presentan los resultados de mediciones en forma de números impresos en una cinta de papel. Cuando el observador mira las cintas de papel, desde luego que no las perturba, porque su observación es asunto macroscópico. Así que puede inferir del modo ordinario que se están realizando ciertos procesos de medición. La indeterminación interviene en sus cálculos sólo cuando pasa a inferir, del funcionamiento de los instrumentos, que ciertos acontecimientos diminutos se están realizando, y que él puede interpretar como partículas o como ondas. Esta sola y simple consideración descarta todas las interpretaciones idealistas de la física cuántica. Demuestra que el empirismo no tiene nada que temer de los descubrimientos del físico y que las reincidencias recientes en el idealismo filosófico no encuentran apoyo en la física moderna, siempre que el análisis de la física se libere del lenguaje vago y sea llevado a cabo con la precisión de la lógica moderna.

Después de haber discutido las inferencias que llevan a la construcción del *ego* sobre la base de informes inmediatos, será útil exponer con algún detalle cómo se trata el concepto de mente en una concepción funcional del conocimiento que aplique el postulado de la verificabilidad a los juicios sobre la mente.

Imaginemos que los científicos hubieran logrado construir un robot perfecto. La máquina hablaría, respondería a preguntas, haría lo que se le ordenara, y daría toda la información que se le pidiera; por ejemplo, se la mandaría a una tienda de comestibles para preguntar el precio de los huevos, y volvería con la respuesta. Sería una máquina perfecta, pero sin mente. Pero ¿cómo sabemos que sin mente?

Porque —decimos— no reacciona como los seres humanos en otros respectos. No nos dice que hoy hace un buen día, ni se queja nunca de dolor de muelas. ¿Y si lo hiciera? Supongamos que su comportamiento fuera igual al de los seres humanos en todos respectos, ¿podríamos seguir manteniendo que no tiene mente?

Puede presentarse la cuestión también de la siguiente forma. Supongamos que pudiéramos quitar por algún tiempo la mente a un ser humano; durante unos periodos tiene mente y se comporta como de ordinario, durante otros no tiene mente, pero se comporta del mismo modo que antes. No quiero decir un Dr. Jekyll y un Mr. Hyde, porque Mr. Hyde se comporta de un modo muy diferente al Dr. Jekyll; quiero decir un Dr. Jekyll que temporalmente no tenga mente, pero que siga siendo el mismo Dr. Jekyll. ¿Cómo podríamos saber que en estos periodos no tiene mente?

De acuerdo con lo que se explicó sobre el significado de las oraciones, el problema obviamente no tiene ninguno. Pertenece al mismo tipo que el problema sobre si todas las cosas, incluyendo nuestros cuerpos, aumentaron diez veces de tamaño mientras dormíamos anoche. No hay ninguna diferencia verificable entre los dos estados de la persona, y si suponemos que ésta tiene una mente en un estado, tenemos que admitir también que la tenga en el otro. La mente es inseparable de un estado determinado de la organización del cuerpo. De donde se deduce que la mente y la organización corporal de una clase determinada son la misma cosa.

Podemos decir también que la palabra “mente” es una abreviatura que denota un estado corporal que exhibe ciertas clases de reacciones. El que se crea que la mente es algo más que eso, nos recuerda al hombre que tenía un automóvil de 130 caballos y se sintió profundamente desilusionado cuando desarmó el motor y no los encontró. La creencia en la existencia independiente de una mente es una falacia resultante de la equivocada interpretación de los términos abstractos. Un término abstracto puede traducirse a una multitud de términos concretos, y el objeto denotado por él no es sino el agregado de todos los objetos concretos envueltos. El problema de la existencia de la mente es cuestión del uso correcto de las palabras, no una cuestión de hechos.

La concepción de una existencia independiente de la mente es la piedra angular del trascendentalismo; éste considera los fenómenos mentales como ejemplos de una existencia no física, y de esta interpretación a la creencia en una realidad superior, de la que los objetos visibles no son más que sombras, no hay más que un fácil paso. Pero el problema mente-cuerpo se erige en

tema de discusión filosófica sólo porque su formulación usual padece dificultades lingüísticas, que han llevado al filósofo a una completa confusión lógica. El lenguaje en que describimos los fenómenos mentales y emocionales es un lenguaje que no fue creado para este propósito, y le sirve sólo recurriendo a construcciones lógicas muy complicadas. El lenguaje de la vida diaria —y es ése el lenguaje que utilizamos para las descripciones psicológicas— se ha derivado de la referencia a los objetos concretos que nos rodean y sirve sólo para una descripción indirecta de los fenómenos psicológicos. Es un lenguaje de estímulos, en el sentido que se ha explicado antes. Decimos que tenemos la imagen de un árbol en la mente; pero las palabras "imagen" y "árbol", en sus significaciones originales, se refieren a objetos concretos y se prestan sólo a una expresión indirecta de lo que queremos decir. En una versión más precisa tendríamos que decir que nuestro cuerpo se halla en un estado parecido al que ocurriría si los rayos de luz emitidos por un árbol hirieran nuestros ojos, aun cuando en este caso particular no existe árbol alguno ni rayo de luz. Nuestro lenguaje no posee términos que se refieran directamente a estados corporales, y nos vemos obligados a usar descripciones indirectas en términos de objetos externos.

El vocabulario referido a lo psicológico debe traducirse cuidadosamente antes que puedan responderse los problemas filosóficos acerca de la mente. Si se olvida esta regla surgen seudoproblemas. Por ejemplo, se dice que no vemos nuestros estados corporales, pero que vemos un árbol en un sueño, aun cuando el árbol no exista. La palabra "ver" ha sido acuñada de tal modo que se refiere a objetos físicos externos, y lo que el lógico afirma es que la oración entera "yo veo mi árbol" es equivalente a la oración "mi cuerpo se encuentra en cierto estado fisiológico". La lógica moderna tiene recursos para tratar con equivalencias de esta clase.

Otro seudoproblema se presenta en la cuestión: si el ojo humano es herido por los rayos de luz y los impulsos nerviosos se trasmiten de la retina al cerebro, ¿cómo y dónde se transforman los impulsos en la sensación *azul*? Este problema se basa en una presuposición equivocada. Los impulsos no se transforman en sensación en ninguna parte. Los impulsos provocan un estado fisiológico del cerebro; la persona cuyo cerebro se encuentra en este estado ve *azul*, pero el *azul* no se encuentra ni en el cerebro ni en ninguna otra parte del cuerpo. "Ver azul" es una forma indirecta de describir un estado corporal; este estado es el producto causal de los rayos de luz y los impulsos nerviosos subsecuentes, pero no hay ningún producto causal *azul*.

Para dar una ilustración de estas relaciones lógicas, supongamos que una persona lleva 2 mil dólares en billetes a un banco para abrir una cuenta. Tiene ahora 2 mil dólares en forma de una cuenta bancaria. ¿Dónde están esos 2 mil dólares? No son billetes. Los billetes originales han recorrido, mientras tanto, muchas manos, y la mayor parte de ellos, tal vez, no se encuentran ya en posesión del banco. Como producto causal de ellos hay números escritos en los archivos del banco, junto con el nombre de la persona; pero números escritos no son dólares, y pertenecen no a la persona sino al banco, que es el dueño del papel. ¿En dónde se encuentran, pues, los 2 mil dólares que tiene la persona? Son "objetos intangibles de otra esfera de la realidad" y, sin embargo, parecen ser producto de los billetes en dólares originales, que eran objetos concretos. ¿Cómo puede algo impalpable ser producido causalmente por algo palpable? En este caso todo el mundo puede ver que la pregunta no tiene sentido y que no es sino el resultado de una confusión de modos de expresión. Existe un estado de cosas que consiste en números escritos en los archivos de un banco, que ha sido producido por el paso de billetes de las manos de una persona a las manos de un cajero. Este estado de cosas *se* caracteriza indirectamente por medio del enunciado "la persona posee 2 mil dólares". Estos 2 mil dólares abstractos deben su existencia meramente a un modo de hablar. En el caso de las percepciones sensibles, sin embargo, buen número de filósofos se ha hecho preguntas de esta clase y ha adelantado la tesis de que existen problemas insolubles, que trascienden la comprensión de la mente humana. Las congojas filosóficas de esta clase sólo pueden aliviarse con una lección de lógica.

No necesita abandonarse la concepción funcional del conocimiento cuando se trata del conocimiento de fenómenos psicológicos. Que un sistema corporal pueda hablar de sí mismo no es algo más extraño que el hecho de que una cámara fotográfica pueda retratarse a sí misma por medio de un espejo. La penuria de la lógica tradicional era la causa principal de la extraordinaria confusión con que se han tratado estos problemas en la filosofía tradicional. Éste es uno de los puntos en que la filosofía científica se ha visto auxiliada por la lógica moderna en su lucha por la claridad y el análisis científico. Por medio de estos métodos se ha construido una teoría del conocimiento que ha tomado el lugar de la disciplina del mismo nombre que los sistemas de la filosofía especulativa pretendían haber elaborado.

He presentado esta teoría del conocimiento solamente en sus líneas generales; para un estudio más detallado es menester acudir a la bibliografía sobre la materia. El lógico ha descubierto que la construcción de una teoría

detallada del conocimiento no es de ningún modo empresa fácil, sino que requiere una gran cantidad de trabajo técnico. Nuestro sistema de conocimiento es una extraña mezcla de lenguajes: lenguaje físico, lenguaje subjetivo, lenguaje inmediato, metalenguaje; y la conexión e interrelación de todos estos lenguajes deben explorarse con la ayuda de la técnica de una lógica simbólica que incluya expresiones para las relaciones de probabilidad. El estudiante de filosofía que asiste a una clase moderna sobre teoría del conocimiento se sorprende al encontrarse ante fórmulas lógicas que han tomado el lugar del lenguaje de imágenes de los sistemas especulativos. Pero la presencia de fórmulas indica que la filosofía ha pasado de la especulación a la ciencia.

XVII. LA NATURALEZA DE LA ÉTICA

LA EXPOSICIÓN de la segunda parte de este libro ha tratado hasta ahora de problemas del conocimiento; se ha mostrado, en especial, cómo la síntesis *a priori* ha sido eliminada del campo cognitivo. El presente capítulo se dedicará a hacer un análisis semejante del campo de la ética. La idea de la síntesis *a priori* ha sido aplicada no sólo al conocimiento, sino también a la ética; en realidad, el programa de un paralelismo ético-cognoscitivo es una de las fuentes de donde surgió la idea de una síntesis *a priori*. En el capítulo IV se hizo un estudio histórico de la falaz línea de pensamiento derivada de este paralelismo. Corresponde al presente capítulo la sustitución de la concepción cognitiva y apriorística de la ética por una concepción compatible con los resultados de la filosofía científica.

Puede obtenerse inmediatamente una conclusión del análisis de la ciencia moderna. Si la ética fuera una forma de conocimiento no sería lo que los filósofos morales quieren que sea; es decir, no suministraría normas morales. El conocimiento está formado por enunciados sintéticos y analíticos; los sintéticos nos informan sobre hechos, los analíticos son vacíos. ¿Qué clase de conocimiento debe ser la ética? Si fuera sintético, nos informaría sobre cuestiones de hecho. De esta especie es una ética descriptiva que nos informe sobre los hábitos éticos de varios pueblos y clases sociales; semejante ética es parte de la sociología, pero no es de naturaleza normativa. Si la ética fuera conocimiento analítico, empero, sería vacía y no podría decimos tampoco qué hacer. Por ejemplo, si definimos a un hombre virtuoso como un hombre que siempre adopta como máxima de sus acciones lo que pueda convertirse en principio de legislación universal, sabremos qué es lo que queremos decir por el término “hombre virtuoso”, pero no podremos demostrar que debamos aspirar a ser hombres virtuosos. La frase “hombre virtuoso”, definida de esta manera, no es sino una abreviatura de la prolija formulación kantiana sobre la máxima de las acciones, y podría sustituirse con otro nombre, por ejemplo el de “kantiano”; pero ¿por qué debemos tratar de ser kantianos? Si los enunciados éticos son analíticos, no son directrices morales.

El análisis moderno del conocimiento hace imposible una ética cognitiva: el conocimiento no comprende elementos normativos y, por lo tanto, no se presta a una interpretación de la ética. El paralelismo ético-cognitivo hace un flaco servicio a la ética: si se realizara, si la virtud fuera conocimiento, las

leyes éticas no tendrían su carácter imperativo. El plan bimilenario para establecer la ética sobre una base cognitiva resulta de una comprensión equivocada del conocimiento, de la errónea concepción de que el conocimiento tiene una parte normativa. Este error se debe especialmente a la equivocada interpretación de las matemáticas. Hemos visto que desde los tiempos de Platón hasta los de Kant las matemáticas fueron concebidas como un sistema de leyes de la razón que rigen el mundo físico. De esta síntesis *a priori* a la concepción de que la razón puede dictamos directrices morales con validez objetiva, como la que se atribuía a las leyes de las matemáticas, sólo había un corto paso. Si resulta que las matemáticas no son así, no suministran las leyes del mundo físico, sino que simplemente formulan vacías relaciones válidas para todos los mundos posibles, no queda ya espacio para una ética cognitiva. El conocimiento no puede ofrecer la forma de la ética porque no puede ofrecer directrices.

He explicado antes (capítulo IV) que el origen de la interpretación cognitiva de la ética debe sin duda encontrarse en el uso de la lógica y el conocimiento para la derivación de implicaciones éticas. Si quieres alcanzar este objetivo, debes también querer esto y aquello. Implicaciones de esta clase son accesibles a la prueba cognitiva. Por prueba cognitiva quiero decir una prueba que utilice las leyes de la lógica en combinación con las leyes de la física, o la sociología, u otras ciencias. Por ejemplo: si quieres cosechar tienes que sembrar; esta implicación es demostrada con el auxilio de las leyes de la botánica. Un gran número de controversias éticas manipulan este tipo de implicaciones; tal puede ser la razón de la errónea concepción de que todas las consideraciones éticas son de tipo cognitivo. Parece como si en el curso de una discusión ética aguzáramos y profundizáramos nuestra penetración ética, del mismo modo que, en opinión de Platón y Kant, aguzamos y profundizamos nuestra penetración en la naturaleza del espacio por medio del análisis geométrico. Pero la evolución de la geometría nos ha demostrado que esta última concepción es errónea, que no hay ningún adentramiento en la naturaleza del espacio, que son posibles diferentes formas de espacio y que una demostración geométrica únicamente deriva juicios de la clase *si-entonces*, o relaciones entre axiomas y teoremas. No existe la necesidad geométrica, sino sólo una necesidad lógica en las consecuencias derivadas de un conjunto determinado de axiomas; y el matemático no puede probar que estos axiomas sean verdaderos.

Si Spinoza hubiera previsto este resultado de la moderna filosofía de las matemáticas, no habría tratado de erigir su ética siguiendo la pauta de la

geometría. Le habría horrorizado la idea de que pudiera erigirse una ética no spinoziana tan persuasiva como su propio sistema, y de que si sus axiomas tuvieran la naturaleza de los axiomas geométricos, no podrían hallar demostración. No le habría servido de nada convertirlos en resultados de la experiencia, como los axiomas de la geometría, ya que no era verdad empírica lo que él quería. Lo que él quería era establecer axiomas éticos incuestionables, axiomas *necesarios*.

Pero si la palabra "necesarios" ha de expresar algo comparable a la necesidad lógica, entonces no puede haber necesidad moral. Cuando sentimos que en una discusión ética nuestro discernimiento se agudiza y profundiza, no debe considerarse que esto demuestre la existencia de discernimiento ético. De lo que nos damos cuenta mejor después de un análisis de los problemas éticos es de la relación entre los medios y los fines; descubrimos que, si queremos alcanzar ciertos objetivos fundamentales, debemos estar dispuestos a buscar otros, que se encuentran subordinados al primero en el sentido de los medios al fin. Esta clarificación es de naturaleza lógica; muestra que, por razón de leyes físicas y psicológicas, el fin lógicamente requiere los medios. Este argumento no es simplemente paralelo a la prueba lógica, sino que *es* prueba lógica. Los filósofos que hablan de penetración ética confunden la evidencia lógica de la implicación entre los fines y los medios con una supuesta autoevidencia de los axiomas.

Y sin embargo, cuando es menester tomar decisiones, las implicaciones entre medios y fines no bastan para determinar nuestra elección. Primero debemos decidir por el fin. Por ejemplo, podemos probar la implicación: si estuviera permitido robar, no existiría una sociedad humana próspera. Pero para derivar la conclusión de que no debe permitirse robar, debemos decidir primero que deseamos una sociedad humana próspera. Por esta razón, la ética requiere premisas morales, o axiomas morales, que postulen objetivos fundamentales, en tanto que los medios representan objetivos secundarios. Al llamarlos axiomas, pensamos la ética como un sistema ordenado derivable de estos axiomas, en tanto que los axiomas mismos no son derivables en el sistema. Al restringir la consideración a un argumento específico, usamos el más modesto término de "premisa". Debe de haber cuando menos una premisa moral para un argumento ético, es decir, una regla ética que no se derive de este argumento. La premisa puede ser la conclusión de otro argumento; pero siguiendo adelante por este camino, nos quedamos a cada paso con un conjunto determinado de premisas morales. Si logramos ordenar la totalidad de las leyes éticas en un sistema coherente, llegaremos a los

axiomas de nuestra ética. Este análisis puede resumirse en la tesis: la necesidad lógica rige solamente las implicaciones entre los axiomas morales y las leyes morales secundarias; pero no puede validar los axiomas morales.

Pero si los axiomas de la ética no son verdades necesarias o evidentes por sí mismas, ¿qué son entonces?

Los axiomas éticos no son verdades necesarias porque no son verdades de ninguna especie. La verdad es un predicado de los enunciados, pero las expresiones lingüísticas de la ética no son enunciados. Son directrices. Una directriz no puede clasificarse como verdadera o falsa; estos predicados no le son aplicables porque las oraciones directrices tienen una naturaleza lógica diferente de la de las oraciones indicativas, o enunciados.

Una clase importante de directrices se expresa por medio de imperativos, de los que hacemos uso para dirigir a otras personas. Tomemos la orden "cierre la puerta". ¿Es este imperativo verdadero o falso? No necesitamos más que preguntarlo para ver que no tiene sentido. La expresión "cierre la puerta" no nos informa acerca de ningún hecho; ni representa tampoco una tautología, es decir, un enunciado lógico. No podríamos decir qué sucedería si la expresión "cierre la puerta" fuera verdadera. Un imperativo es una expresión lingüística a la que no puede aplicarse la clasificación verdadero-falso.

¿Qué es, pues, un imperativo? Un imperativo es una expresión lingüística que usamos con la intención de influir sobre otra persona, o de hacer que la otra persona haga algo que nosotros queremos, o no haga algo que no queremos. Es un hecho que este objetivo puede lograrse por el uso de palabras, aun cuando no es ésa la única forma de lograrlo. En lugar de decir "cierre la puerta" podríamos tomar al hombre por las manos y hacerlo que cerrara la puerta. Pero eso no sólo sería descortés sino también inconveniente para nosotros, ya que sería más fácil que nosotros mismos cerráramos la puerta. Así que preferimos aprovechar el hecho de que nuestros congéneres se hallen condicionados para responder a palabras como instrumentos de nuestra voluntad. El modo imperativo de la orden pone en evidencia que aun gramaticalmente hablando la orden no es un enunciado. No todas las órdenes, sin embargo, se hacen en el modo imperativo. El juicio en el modo indicativo "me gustaría que la puerta se cerrara" es algo que yo puedo expresar en el sentido de una orden y, a decir verdad, puede constituir un instrumento mejor para conseguir mi objetivo que la oración en el modo imperativo. La cortesía no es sólo política de diplomáticos, sino algo recomendable para la pequeña diplomacia de la vida diaria. Así, esa forma de expresión es una orden en forma de enunciado.

Pero el “me gustaría que la puerta se cerrara” ¿no es un enunciado que expresa mis deseos? Lo es, sólo que en este caso se emplea como orden. Sin embargo, es cierto que siempre que se expresa un imperativo hay un *enunciado correlativo* que nos informa sobre el deseo de una persona. De modo que al imperativo “cierre la puerta” corresponde el enunciado indicativo: “El señor X quiere que se cierre la puerta”. Este enunciado es verdadero o falso y puede verificarse como otros enunciados psicológicos. Algunas veces el enunciado correlativo se usa en lugar de la orden. Para el propósito del análisis lógico es siempre conveniente expresar imperativos en el modo imperativo y distinguirlos de este modo gramaticalmente de los enunciados.

Aun cuando los imperativos no son ni verdaderos ni falsos son comprendidos por otras personas y, por lo tanto, tienen un significado, al que puede llamarse *significado instrumental*. Debe distinguirse del *significado cognitivo* de los enunciados, definido en la teoría del significado por la verificabilidad (capítulo XVI). Además, todo imperativo tiene un *correlato cognitivo*, suministrado por el enunciado correlativo.

Como los imperativos, las directrices de nuestras propias acciones son expresiones de volición, que como tales no son verdaderas ni falsas y, por lo tanto, pertenecen a las expresiones volitivas. Los actos volitivos pueden referirse a varios objetos; queremos comida, casa, amigos, placeres, etc. Que encontramos en nosotros actos volitivos es un hecho; se distinguen de las percepciones o de las leyes lógicas en que asumen el carácter de productos propios nuestros en situaciones que nos dejan posibilidades de escoger. Puedo ir al teatro o no puedo ir; mi voluntad es ir. Puedo ayudar a otro hombre o puedo no hacerlo; quiero hacerlo. Que sea cierto o no que tenemos libertad de escoger, es una cuestión diferentes; para definir un acto de volición es suficiente que al menos creamos que tenemos la posibilidad de escoger. Por lo tanto, para esta definición es cosa impertinente saber de dónde provengan las voliciones, y no nos preguntamos, en este momento, si nos hallamos condicionados en nuestras voliciones por el medio en que nos desarrollamos, o si éstas surgen debido a determinados apremios fundamentales, como la necesidad sexual o el instinto de conservación. Aceptemos simplemente el hecho psicológico de que tomamos decisiones volitivas que rigen nuestra conducta.

Sólo en caso de que la decisión volitiva se refiera a acciones que deban realizar otras personas asume la forma de imperativo. Algunas veces el imperativo es expresado con la amenaza de coacción por medio de la fuerza;

por ejemplo, el poder de las autoridades gubernamentales, o de la autoridad del funcionario; entonces se le llama mandato. Otros imperativos son deseos, que también se expresan en el modo imperativo. Así, decimos; “Por favor, dame un cigarrillo”.

Si se nos da una orden o se nos pide algo, en otras palabras, si nos encontramos en el lado receptivo del imperativo, podemos responder positiva o negativamente. Una respuesta positiva consiste en un acto de volición de nuestra parte en el sentido de obedecer el imperativo y puede incluso contener una disposición para dirigir imperativos correspondientes a otras personas. Una respuesta negativa consiste en un acto de volición que se opone a obedecer el imperativo. La alternativa se expresa por las palabras “bien” y “mal”. De este modo, si se me dice “usted debe ir a ver a Pablo”, yo puedo contestar “bien”, y empezar a prepararme para ir a visitar a Pablo. La respuesta positiva a un acto de volición expresado por medio de un imperativo consiste, pues, en un acto secundario de volición de una clase semejante originado en el receptor. Si la respuesta es negativa, el acto de volición secundario se opone al primero. El hábito lingüístico no siempre marca esta clara división entre las posibilidades sí-no y bien-mal, ya que las emplea de modo intercambiable. Empero, puede parecer justificable considerar la distinción explicada como una interpretación adecuada de los términos.

En tanto que para las directrices para otras personas tenemos la forma gramatical del imperativo, no tenemos una forma lingüística así para la directriz que nos dirigimos a nosotros mismos. Por esta razón expresamos estas directrices en la forma de una oración indicativa, que informa del establecimiento de la directriz, como en la oración “iré al teatro”. Algunas veces nos dirigimos a nosotros mismos como si habláramos a una persona diferente, usando el modo imperativo; así nos decimos: “Amigo, escribe esa carta”. Por medio de este método de tinte esquizoide podemos transferimos la notación que se aplica al lado receptivo del imperativo, y hablar de actos secundarios de volición originados en nosotros mismos por un imperativo que nos autodamos.

Estas consideraciones aclararán la diferencia entre oraciones cognitivas y directrices. Si se me da una oración cognitiva, o enunciado, y estoy de acuerdo con ella, digo “sí”, indicando que considero el enunciado como verdadero. Por ejemplo, si se me dice que hay una gran distancia de aquí a China, yo digo “sí”, indicando que yo también considero que hay una gran distancia de aquí a China. Pero si se me dice que la tacañería es mala, yo

expreso mi conformidad diciendo “está bien”. Lo que se me dice es una directriz y, por lo tanto, una expresión de voluntad o de deseo, esto es, se me dice: “Yo quisiera que la tacañería no existiese”. Mi respuesta es una directriz correspondiente; significa que yo también quisiera que la tacañería no existiese. La respuesta positiva a una directriz no es una afirmación de tipo cognitivo; es un acto secundario de volición, expresado mediante una expresión indicativa de que quien escucha comparte el deseo o la voluntad del que habla.

Las consideraciones expuestas hasta aquí se refieren a directrices de todas clases. Estudiemos ahora las directrices que se llaman *morales* o imperativos morales.

Un rasgo característico de la directriz moral es que la consideramos como un imperativo y nos sentimos en el lado receptivo. De este modo consideramos nuestro acto de volición como secundario, como una respuesta a un imperativo expresado por una autoridad superior. Qué es lo que sea la autoridad superior es algo que no siempre se conoce con claridad. Algunos pretenden que es Dios; otros, que es la conciencia, o el “demonio” propio, o la ley moral dentro de sí mismo. Desde luego, éstas son evidentemente interpretaciones en lenguaje de imágenes. Psicológicamente hablando, el imperativo moral se caracteriza como un acto de volición acompañado por un sentimiento de obligación, que consideramos aplicable a nosotros, así como a otras personas. De esta suerte consideramos como obligación nuestra, y de todo el mundo, auxiliar al necesitado cuando sea posible. Los objetivos volitivos diferentes de los morales no van acompañados de un sentimiento de obligación. Si un hombre quiere hacerse ingeniero, generalmente no se sentirá obligado a decidir por este objetivo, ni deseará que todos los demás tengan el mismo objetivo que él. Es el sentimiento de obligación general el que distingue a los imperativos morales de los demás.

¿Cómo podemos explicar el hecho de que las voliciones morales nos parezcan voliciones secundarias, expresión de una obligación? Creo que la explicación está en que estas voliciones nos son impuestas por el grupo social al que pertenecemos; en otras palabras, que son en un principio voliciones de grupo. Este origen explica su dignidad suprapersonal y el sentimiento de subordinación con que tomamos la decisión moral. Psicológicamente, este origen es comprensible. Las reglas del no robar, no matar, etcétera, fueron reglas cuya imposición era necesaria para la preservación del grupo. A medida que las generaciones se sucedieron, los individuos se ajustaban a estas reglas; y en nuestra propia educación fuimos sometidos a un proceso de

ajustamiento de la misma clase. No debe extrañamos, por lo tanto, que nos sintamos en el lado receptivo de los imperativos morales; en realidad lo estamos. Si el sentimiento de deber se considera como característico de los objetivos morales, semejante concepción refleja el hecho de que los objetivos morales nos fueran inculcados forzosamente, ya fuera por la autoridad del padre o del maestro o por la presión del grupo en que vivimos.

Si la ética es social en su origen, ¿cómo es posible que haya éticas antisociales?

Una ética que consideramos antisocial puede, sin embargo, seguir siendo una ética de grupo. Así, los criminales tienen su ética propia; dentro de su misma clase no roban ni matan, pero oponen su clase a la clase, más nutrida, de lo que llamamos sociedad civilizada, y hacen caso omiso de todas las obligaciones morales con respecto a esta clase mayor. Los estudiantes de una clase en una escuela secundaria pueden considerar su clase como un grupo contrario al maestro y reputarán como su derecho moral engañarlo y hostilizarlo. Inversamente, hay profesores que son altamente estimados por los estudiantes y a quienes éstos rara vez engañan; estos maestros han logrado hacer que los estudiantes los incorporen a su grupo. La clase trabajadora tiene una ética propia; también la tiene la clase de los grandes capitalistas, o la aristocracia de los países que no han eliminado aún los residuos del feudalismo. Aun la ética de los nazis era una ética de grupo, ajustada a las necesidades de la llamada raza superior. La ética completamente individualista del superhombre de Nietzsche o del príncipe de Maquiavelo es un caso extremo en el que todos los derechos morales se hallan reservados a un hombre. Estos sistemas éticos nunca se han realizado, excepto en el papel. Representan una extraña mezcla en que la autoridad psicológicamente derivada de la voluntad de un grupo es trasmitida a un hombre, a quien se considera como el único individuo cuya voluntad debe respetarse.

La ética de nuestra vida social y política es un agregado de éticas de grupo de varios estratos. Las naciones han crecido por la fusión de Estados y por la unión de grupos sociales; han guardado las reglas éticas de tiempos anteriores, especialmente por medio de códigos, que perpetúan los sistemas morales de los romanos, del feudalismo y de la Iglesia. A ello se debe que el resultado no constituya un sistema consecuente. El ciudadano obediente que trata de cumplir con todas las leyes morales de una sociedad de proporciones nacionales se enfrenta pronto a conflictos éticos. ¿Debe auxiliar al necesitado o tratar de arrebatarle lo que tiene, empleando el método de los buenos negocios? ¿Debe trabajar por el bienestar de la nación contribuyendo a la

abolición de las huelgas o apoyando al trabajador en su lucha por mejores condiciones económicas? ¿Debe defender la libertad de expresión o apoyar al gobierno de ese estado que no tolera la enseñanza de la teoría de la evolución de Darwin en sus universidades? ¿Debe honrar las enseñanzas de la Biblia o exigir que los descendientes del pueblo que la escribió sean expulsados de los cargos públicos? ¿Debe abogar por derechos iguales para todas las razas o apoyar reglamentos que estipulan la segregación de los pasajeros de un tren o un autobús por tener una piel abundantemente pigmentada? No es cosa fácil abrirse paso en la confusión de leyes morales de la sociedad presente.

¿Dónde se encuentra, pues, la ética que responde a todas nuestras exigencias? ¿Puede la filosofía proporcionamos el sistema necesario?

No puede. Ésa es la respuesta que debemos dar con toda franqueza. Las tentativas de los filósofos por construir una ética como un sistema de conocimiento han fracasado. Los sistemas morales construidos de esa manera no eran sino reproducciones de la ética de ciertos grupos sociológicos: de la sociedad burguesa griega, de la Iglesia católica, de la clase media de la era preindustrial, de la edad de la industria y del proletariado. Sabemos por qué estos sistemas tenían que fracasar: porque el conocimiento no puede dar directrices. El que busque leyes éticas no debe imitar el método de la ciencia. La ciencia nos dice lo que es, pero no lo que debe ser.

¿Quiere esto decir que hay que resignarse? ¿Quiere decir que no hay directrices morales, que todo el mundo debe hacer lo que le parezca?

No creo que sea así. Creo que no es entender la naturaleza de las directrices morales concluir que si la ética no es objetivamente demostrable, todo el mundo deba hacer lo que le plazca.

Para investigar este problema hagamos un estudio detallado de la naturaleza volitiva de las directrices morales por un análisis gramatical de la expresión “debe”, que puede considerarse como la forma gramatical de una directriz moral. (Para nuestros propósitos, la frase puede considerarse sinónima de “deberá” y de “debería”). Hemos visto que la frase no puede significar que haya una ley moral objetiva de la que sea derivable el imperativo. ¿Qué es entonces lo que significa? Quedan dos significados posibles de la frase.

El primero es un *significado de implicación*: sabemos que la persona a que nos referimos ha adoptado un cierto objetivo, y queremos decir que este objetivo implica la acción bajo consideración. Por ejemplo, decimos: “Pedro no debe fumar”, significando que del objetivo de estar sano deriva, debido a la constitución fisiológica de Pedro y merced a la aplicación de las leyes de la

fisiología, que no debe fumar. En otras palabras, la decisión de no fumar la trae la decisión de vivir con buena salud; por lo tanto, se le llama *decisión vinculada*. La obligación de la decisión vinculada es del tipo implicativo y representa no una obligación moral, sino una obligación lógica.

El segundo es el significado de un *imperativo subjetivo* de parte de quien habla: yo, el que habla, deseo que él haga esto o aquello. Según esta interpretación, las directrices morales incluyen una referencia indispensable a la persona que habla; son expresiones de una decisión volitiva hechas por la persona que habla. Si se acepta esta concepción, es imposible descartar a la persona que habla del significado de una directriz moral; la expresión "debe" incluye el "yo" en forma oculta, y llegamos de este modo a una *ética volitiva*.

La naturaleza lógica de esta concepción puede analizarse del modo siguiente. El uso de expresiones tales como "él no debe mentir", o "mentir es moralmente malo", representa una forma seudo-objetiva de lenguaje; lo que se expresa es realmente una actitud del que habla. La frase "él debe" puede compararse con términos tales como "yo" y "ahora", que se refieren a la persona que habla, o al acto de hablar, y que trasmiten significados diferentes en labios de diferentes personas. A estos términos se les llama *singular-reflexivos*. La palabra *singular* denota una aplicación individual de un signo; si dos personas dicen la misma palabra, cada una de ellas la usa en un caso singular diferente. Comúnmente, los *singulares* diferentes tienen el mismo significado. Empero, si los términos son *singular-reflexivos*, cada uno de los *singulares* tiene un significado diferente. Si dos personas dicen "el presidente Franklin D. Roosevelt", los dos singulares denotan a la misma persona. Pero si cada una de ellas dice "yo", los dos singulares denotan diferentes personas. La palabra "reflexivo" indica esta referencia del significado al singular[7].

Se emplean tanto el significado de implicación como el singular-reflexivo. Pero el significado de implicación de la frase "él debe" no puede usarse para premisas morales, o axiomas morales, ya que estas premisas no expresan implicaciones, sino que son directrices. Contienen, así, la frase "él debe" con un significado de singular-reflexivo. Este significado de la frase se trasmite de las premisas, por medio de la derivación, a toda regla ética. Para entender esta transferencia podemos pensar en derivaciones en el campo cognitivo, que trasmiten la verdad de las premisas a la conclusión. De no afirmarse las premisas, tampoco se podrían afirmar las conclusiones. Asimismo, si no se adelantaran las premisas éticas como directrices, es decir, con el significado de un "él debe" no implicativo y por lo tanto singular-reflexivo, tampoco podría tener la conclusión ética carácter de directriz.

Puede suceder que se combinen los dos significados de la frase “él debe”; entonces se afirma un “debe” implicativo que se refiere a una premisa adelantada con el “debe” singular-reflexivo. Se ha de entender bien este doble significado. El “debe” implicativo adquiere, entonces, una connotación moral; pero sucede así sólo porque la directriz adoptada como la premisa de la persona aludida es un imperativo moral sostenido por el que habla. De este modo decimos: “El Presidente debería abrir las puertas de este país a las personas desplazadas”, significando que, del objetivo de ayudar a las personas desplazadas, que sabemos que el Presidente acepta y que nosotros apoyamos, se deriva que la inmigración al país es el único medio disponible para alcanzar este objetivo. Una connotación moral del “debe” en el significado implicativo puede reducirse, por lo tanto, al uso del “debe” en el significado volitivo. Si la directriz no es compartida por la persona que habla, el “debe” pierde su carácter moral. De esta guisa, decimos: “En lugar de conquistar París, Hitler debería haber invadido Inglaterra”. Con ello queremos decir que habría servido a los intereses de Hitler invadir Inglaterra, y significamos así una obligación implicativa; pero como no compartimos los objetivos de Hitler, la palabra “debería” no se usa como imperativo moral. Esta ilustración pone en claro que la referencia a la persona que habla es inseparable del significado moral de la frase “él debe”. Reconocer que “él debe” en su significado moral es un término singular-reflexivo es la base indispensable de un análisis científico de la ética.

Con la intención de escapar de la referencia subjetiva de los términos éticos, se ha intentado algunas veces una tercera interpretación de la frase “él debe”. De acuerdo con esta interpretación, la frase significa “el grupo desea que él haga esto o aquello”. Este significado parece eliminar la subjetividad de las obligaciones morales. Empero, tal interpretación no es sostenible. Cuando se trata de la voluntad de grupo, usamos la frase “él debe” sólo si su significado es reducible a una de las primeras dos interpretaciones. Primero, la usamos cuando la acción proviene de la voluntad de la persona de que se trata, a quien interesa aceptar la voluntad del grupo; entonces la frase tiene el significado implicativo de la primera interpretación. Segundo, usamos la frase cuando compartimos la voluntad del grupo; y sólo en este caso la frase pretende expresar una obligación moral. Por ejemplo, si un criminal traiciona a sus cómplices, sabemos que su grupo condena esta conducta; por lo tanto, un miembro del grupo diría: “No debía haber hablado”. Cuando *nosotros* decimos esto, podríamos usar el “debía” implicativo y expresar la opinión de que no haber dicho nada habría beneficiado al criminal, quien tal vez se

hallará expuesto a la venganza del grupo. Sin embargo, si decimos la oración en el sentido de un juicio moral, queremos decir que consideramos como una obligación moral del hombre proteger a su grupo; entonces la frase es singular-reflexiva e incluye una expresión de la voluntad de la persona que habla.

Llegamos al resultado de que las directrices morales son de naturaleza volitiva, de que expresan decisiones volitivas de parte de la persona que habla. Este resultado puede a primera vista desencantar, parece como si nos quedáramos de pronto sin una base sólida sobre la cual establecer nuestras voliciones. ¿Es necesario, sin embargo, que nos encontremos en el lado receptivo de un imperativo para que nos podamos sentir con derecho a obedecerlo, y para que podamos exigir que otros obedezcan el mismo imperativo? El sentimiento de obligación como resultado del lado receptivo de la voluntad de un grupo fue equivocadamente interpretado por los filósofos como análogo a la necesidad cognitiva, como el apremio de una ley de la razón o de una penetración en un mundo de ideas. Como hemos descubierto que la analogía se viene abajo, que el sentimiento de obligación no puede transformarse en una fuente de validez de la ética, olvidémonos del llamado de la obligación. Arrojemos las muletas que necesitábamos para avanzar, usemos nuestros propios pies y confiemos en nuestras voliciones, no porque sean secundarias, sino porque son nuestras propias voliciones. Sólo una moralidad deformada puede alegar que nuestra voluntad es mala si no es la respuesta a una orden de otro origen.

Y alguien contestará: “Si las directrices morales son decisiones volitivas, parece justificarse que cada uno se erija sus propias directrices morales. Pero ¿cómo puede alguien exigir que otros sigan sus directrices? Se nos hace un llamado para que confiemos en nuestras propias voliciones y no nos sintamos en el lado receptivo de un imperativo; al mismo tiempo, se pide que todo el mundo tenga el derecho de erigir imperativos para otros. ¿No es eso una contradicción? La interpretación volitiva de los imperativos parece llevar a la conclusión de que todo el mundo puede hacer lo que le plazca, esto es, al anarquismo”.

Estudiemos primero la inferencia expresada en la última afirmación. Supongamos que yo expongo el imperativo de que una persona determinada se comporte en cierta forma. Se me contesta: “No; puede hacer lo que quiera”. Evidentemente, la frase “puede hacer” en esta contestación se opone a mi imperativo. Lo que se quiere decir es que aun cuando yo tenga derecho a erigir mis propios imperativos, no estoy autorizado para erigir obligaciones

universales, es decir, imperativos para otros. La cláusula “El señor X no está autorizado” no es una oración cognitiva, es un imperativo que significa “El señor X no debe hacer esto o aquello”. De modo que se me ha contestado con un imperativo; se me exige que no erija imperativos para otros. ¿Sobre qué fundamento se basa el imperativo que se me hace? Se opone una voluntad a la mía; y yo no veo por qué deba reconocer la voluntad de otro y renunciar a establecer directrices para otros.

El problema representado por la inferencia anterior es suficientemente importante para que se le haga un examen más detenido. Consideremos primero la cláusula “todo el mundo tiene derecho”. Puede significar, primero, que las autoridades legales no limitan las actividades de ninguna persona. Ése es un enunciado cognitivo, pero no es lo que se quiere significar por la conclusión. Para aclarar el punto, incluyamos el significado supuesto de la cláusula en el enunciado total. El enunciado “si una directriz moral es cuestión de decisión volitiva, las autoridades legales no limitarán las actividades de ninguna persona” es de una verdad problemática y no es lo que se quiere decir. Segundo, la cláusula “todo el mundo tiene derecho” puede significar que no deben limitarse las actividades de nadie. La palabra “deben” indica un imperativo; de acuerdo con el análisis anterior, puede tener dos significados. El primero es el de un imperativo presentado por la persona que habla, que es quien me presentó la objeción. La oración de esta persona significa entonces: “Si una directriz moral es cuestión de decisión volitiva, insisto en que no debe haber limitaciones a las actividades de ninguna persona”. Si es eso lo que se quiere decir, no se establece una relación lógica, sino que puramente se expresa una volición y así no se llega a una inferencia. El segundo significado de “debe” es el de una implicación lógica que conduce a un imperativo derivable para la persona a que se dirige. De modo que lo que se quiere decir es: “Si una persona acepta el principio de que una directriz moral es cuestión de decisión volitiva, se sigue que acepta el imperativo de que no debe haber ninguna limitación a las actividades de nadie”. Pero ¿es ésa una inferencia válida? No veo cómo una conclusión así puede derivarse lógicamente, porque es perfectamente coherente que un hombre quiera ciertos objetivos y también quiera que otras personas sean limitadas en las actividades que se opongan a estos objetivos.

Permítaseme presentar el último argumento de modo algo diferente. Se desea demostrar que me hallo atado lógicamente a la decisión. “Ninguna persona debe ser limitada en sus actividades”. Si éste ha de ser un imperativo derivable, debe derivarse de otros imperativos. Pero hasta ahora no he

enunciado ningún imperativo. Simplemente hice la afirmación cognitiva de que las directrices morales son cosa de decisión volitiva. De este enunciado cognitivo no puede derivarse ningún imperativo. Pueden derivarse imperativos de otros imperativos, o de imperativos en combinación con oraciones cognitivas, pero nunca de oraciones cognitivas solamente. De modo que la inferencia que se me presentó es inválida.

Se ve que la interpretación volitiva de las directrices morales no conduce a la consecuencia de que la persona que habla deba conceder a todo el mundo el derecho de seguir su propia decisión; es decir, no conduce al anarquismo. Si yo presento ciertos objetivos volitivos y exijo que sean obedecidos por todas las personas, es posible oponerse a mi argumento sólo presentando otro imperativo, por ejemplo, el imperativo anarquista “todo el mundo tiene derecho a hacer lo que le plazca”. No puede demostrarse, empero, que mi sistema de una ética volitiva sea inconsecuente, que la lógica me obligue a dejar que todo el mundo tenga el derecho de hacer lo que quiera. La lógica no me obliga a hacer nada. Las directrices que erijo no son consecuencias de mi concepción de la ética; ni tampoco me dice la lógica cuáles son los imperativos que debo considerar obligatorios para todas las personas. Yo erijo mis imperativos como mis voliciones, y la distinción entre directrices personales y morales es también cuestión de mi volición. Las directrices de la segunda clase son, como se recordará, las que considero como necesarias para el grupo y que pido a todo el mundo obedecer.

Y ahora, desesperado, usted replica: “Tal vez lo que dice es verdad, lógicamente hablando; pero ¿cree realmente —usted, el autor de un libro de filosofía científica— que es quien deba dar las directrices morales para el mundo entero? ¿Por qué deberíamos seguirlo a usted?”.

Lo siento, amigo mío. No quise dar esta impresión. Lo que yo buscaba era el camino de la verdad; pero por esta misma razón no voy a darle a usted directrices morales, que por su naturaleza no pueden ser verdaderas. Yo tengo mis directrices morales, es verdad; pero no voy a exponerlas aquí. Lo que yo quiero no es discutir problemas morales, sino discutir la naturaleza de la moralidad. Incluso tengo algunas directrices morales fundamentales que, según creo, no son muy diferentes de las suyas. Nosotros, usted y yo, somos productos de la misma sociedad. De modo que a ambos nos inculcaron la esencia de la democracia desde el primer día de nuestra vida. Podemos tener diferencias en muchos respectos, quizá, por ejemplo, en la cuestión sobre si el Estado deba ser quien posea los medios de producción, o sobre si las leyes del divorcio deban simplificarse, o si deba existir un gobierno mundial que

controle la bomba atómica. Pero podemos discutir esos problemas si los dos estamos de acuerdo en un principio democrático que yo opongo al principio anarquista de usted:

Todo el mundo tiene derecho a erigir sus propios imperativos morales y a pedir que los demás obedezcan estos imperativos.

Este principio democrático suministra la formulación precisa de mi llamado a todo el mundo a confiar en sus propias voliciones, que usted consideró que contradecía mi pretensión de que todo el mundo pueda erigir imperativos para otras personas. Permítaseme demostrar que el principio no se contradice. Supongamos, por ejemplo, que erijo el imperativo de que si hay más de un cuarto para cada persona en una casa, los cuartos excedentes se abran a personas que no los tengan. Usted erige el imperativo de que no debe obligarse a nadie a abrir su casa a otras personas. Usted tiene un cuarto excedente en su casa y yo pido que sea dado a una víctima de la escasez de viviendas; si puedo imponer mi demanda por la autoridad del gobierno —digamos, haciendo que mi demanda se convierta en ley—, haré incluso eso. Sin embargo, le dejo a usted el derecho de exigir que esa ley sea abrogada. Por lo tanto, la diferencia entre el derecho de actuar y el derecho de exigir una acción determinada evita que mi principio sea una contradicción. Yo exijo que usted obre de un cierto modo, pero no exijo que usted renuncie a su exigencia en sentido contrario. Eso es buena democracia; y a decir verdad, corresponde al procedimiento efectivo en que las diferencias de volición se contraponen en la democracia.

Yo no derivo mi principio de la razón pura. No lo presento como el resultado de una filosofía. Simplemente formulo un principio que reside en la base de toda la vida política de los países democráticos, sabiendo que adoptándolo me revelo como un producto de mi tiempo. Pero he encontrado que este principio me ofrece la oportunidad de extender y, en gran medida, de seguir mis voliciones; por lo tanto, hago de él mi imperativo moral. No pretendo que se aplique a todas las formas de sociedad; si yo, producto de una sociedad democrática, me encontrara colocado en una sociedad diferente, estaría acaso dispuesto a modificar mi principio. Pero examinemos este principio, que parece ser el más adecuado para nuestra sociedad.

El principio no es una doctrina lógica que responda a todas las preguntas sobre lo que debemos hacer. Es simplemente una invitación para tomar parte activa en la lucha de opiniones. Las diferencias volitivas no pueden ser resueltas acudiendo a un sistema de ética construido por algún hombre culto; pueden ser resueltas sólo por el choque de opiniones, por la fricción entre el

individuo y su medio ambiente, por la controversia y la presión de la situación. Las valoraciones morales se forman en la realización de actividades; obramos, reflexionamos sobre lo que hemos hecho, hablamos a otros sobre ello, y obramos nuevamente, de la forma que consideramos mejor. Nuestros actos son pruebas para encontrar lo que queremos; aprendemos por medio del error, y a menudo sólo después de que hemos realizado una acción sabemos que queríamos hacerla o que no queríamos. Los objetivos volitivos generalmente no nos llegan con la claridad de una visión, con mayor frecuencia no son sino el fondo subconsciente o semiconsciente de nuestras actitudes; y los que parecen nítidos y brillantes, como estrellas que guían nuestro camino, con frecuencia pierden todo su atractivo una vez que los hemos alcanzado.

Quien desee estudiar ética, por lo tanto, no debe acudir al filósofo, sino al terreno donde los problemas morales entran en pugna. Debe vivir en la comunidad de un grupo donde la vida se anima con voliciones contrarias, ya sea en el grupo de un partido político, o de un sindicato, o de una organización profesional, o de un club deportivo, o de un grupo en una sala de clases ordinaria. Allí experimentará lo que quiere decir enfrentar sus voliciones a las de otras personas y lo que quiere decir ajustarse a la voluntad de grupo. Si la ética es la persecución de voliciones, es también el condicionamiento de voliciones por un medio ambiente de grupo. El exponente del individualismo peca de miopía cuando desdeña la satisfacción volitiva que se acentúa al pertenecer a un grupo. Que consideremos al ajustamiento de las voliciones en la vida de grupo como un proceso útil o peligroso, depende de que estemos con o contra el grupo; pero debemos admitir que esta influencia del grupo existe.

¿Cómo es posible entonces que las voliciones sean modificadas y armonizadas en un grupo? ¿Cuál es el proceso que condiciona las voliciones?

No puede haber ninguna duda de que este proceso, en gran medida, es el aprendizaje de relaciones cognitivas. He dicho antes que las implicaciones entre los imperativos son susceptibles de prueba lógica. El papel que estas implicaciones desempeñan es mucho más importante del que generalmente se supone. A menudo nos equivocamos acerca de las relaciones entre nuestros objetivos. Si algunos objetivos fundamentales son los mismos, buen número de problemas morales se transforman en problemas lógicos. Por ejemplo, el problema sobre la propiedad privada como algo sagrado ya no es un problema moral, una vez que hemos aceptado el objetivo de que debe garantizarse un mínimo de condiciones adecuadas de vida a todos los ciudadanos. Entonces

es cuestión que corresponde al análisis sociológico ver si este objetivo se alcanza mejor por la iniciativa privada o por la posesión estatal de los medios de la producción. Las dificultades en este caso surgen del estado imperfecto de la ciencia de la sociología, que no puede dar respuestas sin ambigüedad, comparables a las respuestas que da la física. Entre los partidarios de la democracia, la mayor parte de los problemas políticos se reducen a controversias cognitivas. Tenemos la esperanza, por lo tanto, de que estos problemas se resuelvan por discusión pública y experimentos pacíficos, y no acudiendo a la guerra.

La mayor parte de las decisiones volitivas con que nos enfrentamos son decisiones vinculadas o dependientes, esto es, decisiones sometidas a objetivos más fundamentales que nos proponemos. Por esta razón la aclaración cognitiva es tan importante para los problemas morales. Además de las cuestiones políticas, podemos mencionar los problemas sobre educación, salud, vida sexual, derecho civil, código penal y castigo de los criminales. Así, la cuestión acerca de si un reo sentenciado debe ser internado en una penitenciaría no es un problema moral, sino un problema psicológico para quienes convienen en que es de jurisdicción del Estado tratar de favorecer la formación de tantos ciudadanos socialmente adaptados como sea posible. Que quienes salen de las penitenciarías se hallan generalmente condicionados en sentido contrario a este objetivo es demostrado por un buen número de experiencias.

Es un hecho psicológico, sin embargo, que aun cuando se logra una aclaración cognoscitiva es difícil cambiar actitudes volitivas. Podemos saber que si queremos alcanzar cierto objetivo fundamental debemos aceptar también otra decisión y, sin embargo, podemos vacilar en hacerlo. Así, por ejemplo, podemos estar convencidos de que no debe castigarse a un criminal, sino que debe colocársele en un ambiente que le brinde posibilidades de readaptación. Sin embargo, nos puede costar trabajo vencer el impulso de castigo, el deseo de venganza, que ha dictado tantas de nuestras leyes para los criminales. Igualmente, la ética de las relaciones sexuales se halla cargada de tantos tabúes que resulta una empresa difícil vencer los prejuicios habituales aun cuando las consideraciones psicológicas nos hayan demostrado que debemos cambiar algunas de nuestras valoraciones tradicionales si queremos ser más felices y más sanos. En todos estos casos, el resultado cognitivo tiene que ser apoyado por un reajuste de nuestras actitudes volitivas. Es en este aspecto donde la educación de grupo juega un papel indispensable. Sólo viviendo en un medio ambiente en el que se realicen nuevas valoraciones

aprendemos a aceptarlas; adquirimos la fuerza necesaria para querer lo que la derivación lógica ha demostrado ser una consecuencia de nuestros objetivos fundamentales. La psicología de las actitudes volitivas no se establece por argumentos lógicos; la lógica en combinación con la influencia de grupo es lo que nos ayuda a organizar nuestro mecanismo volitivo.

¿Pueden todos los problemas morales resolverse por una reducción a objetivos comunes fundamentales? El hecho de que todos seamos seres humanos nos hace suponerlo, ya que parece plausible que las semejanzas fisiológicas entre los hombres abarquen una semejanza de objetivos volitivos. Otros hechos niegan esto, ya que ciertos grupos, tales como la nobleza en los Estados feudales, o los burgueses en el Estado capitalista, o los miembros del partido en el poder en un Estado totalitario unipartidista, gozan de prerrogativas definidas porque se mantienen los privilegios de su clase.

Yo creo que la respuesta a la cuestión no es tan importante. Hemos visto que el conocimiento de una implicación entre objetivos no cambia *eo ipso* las actitudes volitivas; es decir, que si este conocimiento debe conducir a una revisión de las decisiones, debe ir acompañado de un condicionamiento de voliciones. Si este condicionamiento es necesario y posible, no importa tanto que toque a decisiones fundamentales o dependientes. Aun las voliciones fundamentales son susceptibles de influencia de grupo, y pueden cambiar bajo el poder sugestivo de un medio que ejemplifique otras voliciones y sus consecuencias.

Este ajustamiento a las necesidades del grupo es a menudo estorbado por la obediencia a una ética absoluta. Si se ha inculcado a una persona la teoría de que las leyes morales son verdades absolutas, se hallará sumamente inhibida para abandonar esas reglas y puede permanecer inmune al condicionamiento por el grupo. Inversamente, si una persona sabe que las leyes morales son de naturaleza volitiva, estará dispuesta a cambiar sus miras hasta cierto punto si se da cuenta de que de otro modo no podrá entenderse con otras personas. La adaptación de los objetivos propios a los de otras personas constituye la esencia de la educación social. El egoísmo ingenuo encuentra resistencia si se enfrenta al egoísmo de otras personas, y el egoísta descubre pronto que las cosas marchan mejor si coopera con el grupo. El dar y recibir de la cooperación social brinda una satisfacción mucho más profunda que la resistencia obstinada a abandonar los propios objetivos. Por lo tanto, la persona educada en un enfoque empirista de la ética se halla mejor preparada que el absolutista para convertirse en un miembro adaptado de la sociedad.

Esto no quiere decir que el empirista sea un hombre que se comprometa fácilmente. Por mucho que esté dispuesto a aprender del grupo, también se halla preparado para encaminar al grupo en la dirección de sus propias voliciones. Sabe que el progreso social se realiza con frecuencia gracias a la persistencia de individuos más fuertes que el grupo; por lo tanto, tratará una y otra vez de modificarlo tanto como pueda. La interacción entre el grupo y el individuo produce efectos en ambos.

En consecuencia, la orientación ética de la sociedad humana es producto del ajustamiento recíproco. El reconocimiento de las relaciones entre diferentes fines desempeña sólo un papel limitado en este proceso. El papel principal lo tienen las influencias psicológicas no cognitivas que emanan de unos individuos a otros, de los individuos al grupo y del grupo a los individuos. La fricción entre voliciones es la fuerza propulsora de todo desenvolvimiento ético. Por lo tanto, puede aceptarse que el poder desempeña un papel de gran importancia en el cambio de las valoraciones morales, si se mide este poder por el grado en que permita afirmar las propias voliciones contra las de otras personas. Este más amplio sentido de la palabra no se limita al poder de las armas. Otras formas de poder pueden ser tanto o más eficientes: el poder de la organización social, el poder de una clase social que ha descubierto sus intereses comunes, el poder de los grupos cooperativos, el poder de la palabra escrita y hablada, el poder del individuo que sirve de modelo a un grupo por medio de una conducta notable. Sí; es el poder lo que rige las relaciones sociales.

No debemos cometer la falacia de creer que la lucha por el poder se halla regida por una autoridad sobrehumana que lo lleva a fin de cuentas a un buen fin; ni debemos tampoco cometer la falacia complementaria de creer que el bien debe definirse como lo más poderoso. Hemos visto demasiadas victorias de lo que consideramos como inmoralidad, demasiados triunfos de la mediocridad y del egoísmo de clase. Tratamos de llegar a nuestros propios objetivos volitivos no con el fanatismo del profeta de una verdad absoluta, sino con la firmeza del hombre que confía en su propia voluntad. No sabemos si habremos de alcanzarlos. Como el problema de la predicción del futuro, el problema de la acción moral no puede resolverse con la construcción de reglas que garanticen el éxito. Tales reglas no existen.

Ni hay tampoco reglas por medio de las cuales podamos descubrir una finalidad, o un sentido o significado del universo. Hay alguna esperanza de que la historia de la humanidad seguirá un curso progresivo que lleve a una sociedad humana mejor ajustada, aun cuando existen poderosas tendencias en

sentido contrario. Creer que el universo físico es progresivo en el sentido humano, es absurdo. El universo obedece a leyes físicas, no a imperativos morales. Hemos podido en cierta medida emplear las leyes de la física en nuestro beneficio. Que algún día podamos controlar partes más amplias del universo, no es imposible, aun cuando no muy probable. Lo más probable es que finalmente la raza humana muera con el planeta en el cual se inició su vida.

Siempre que llegue un filósofo y nos diga que ha encontrado la verdad última, no le creamos. Si nos dice que conoce el último bien, o que tiene la prueba de que lo bueno debe convertirse en realidad, tampoco debemos creerle. El hombre no hace más que repetir los errores que sus predecesores han cometido por dos mil años. Es hora de poner fin a esta clase de filosofía. Pidamos al filósofo que tenga la modestia del científico; a ver si así puede lograr lo que éste. Pero no le preguntemos qué es lo que debemos hacer. Abramos los oídos a nuestra propia voluntad, y tratemos de unir nuestra voluntad a la de los demás. El mundo no tiene más finalidad ni significado que los que nosotros le demos.

XVIII. FILOSOFÍA VIEJA Y NUEVA: UNA COMPARACIÓN

Quisiera resumir los resultados filosóficos surgidos del análisis de la ciencia y compararlos con las concepciones elaboradas por la filosofía de la especulación.

La filosofía especulativa intentaba encontrar un conocimiento de generalidades, de los principios más generales que rigen el universo. Llegó así a la construcción de sistemas filosóficos que incluían capítulos que debemos considerar hoy como ingenuos esfuerzos para llegar a una física completa, una física en la que se consideraba que la explicación científica puede hacerse por simples analogías con las experiencias de la vida diaria. Trataba de interpretar el método del conocimiento por un uso semejante de analogías; los problemas de la teoría del conocimiento se explicaban en términos de un lenguaje de imágenes, más que por análisis lógico. La filosofía científica, por el contrario, deja la explicación del universo enteramente al científico; construye la teoría del conocimiento por el análisis de los resultados de la ciencia y está convencida del hecho de que ni la física del universo ni la del átomo pueden entenderse por medio de conceptos derivados de la vida diaria.

La filosofía especulativa quería certeza absoluta. Si era imposible predecir acontecimientos individuales, al menos se consideraba que podían conocerse las leyes generales que rigen todos los acontecimientos; estas leyes podían derivarse mediante el poder de la razón. La razón, legisladora del universo, revelaba a la mente humana la naturaleza íntima de todas las cosas. Esta tesis se encontraba en la base de todas las diversas formas de sistemas especulativos. Por otra parte, la filosofía científica se rehúsa a aceptar cualquier clase de conocimiento del mundo físico como absolutamente seguro. Los principios de la lógica y de las matemáticas representan el único terreno en que puede alcanzarse la certeza; pero estos principios son analíticos y vacíos. La certeza y la vaciedad son inseparables: la síntesis *a priori* no existe.

La filosofía especulativa se empeñaba en establecer directrices morales del mismo modo que construía el conocimiento absoluto. La razón se consideraba la legisladora moral y cognitiva; las normas éticas habrían de descubrirse por un acto de visión, semejante a la visión que revelaba las leyes

últimas del cosmos. La filosofía científica ha abandonado completamente el plan de proponer leyes morales. Considera los objetivos morales como productos de actos de la volición, no de cognición; sólo las relaciones entre objetivos, o entre objetivos y medios, son accesibles a la cognición. Las reglas éticas fundamentales no pueden justificarse por el conocimiento, y se aceptan simplemente porque los seres humanos las quieren, y quieren que otras personas sigan las mismas reglas. La volición no es derivable de la cognición. La voluntad humana es su propia progenitora y su propio juez.

Éste es el resultado de una comparación de la vieja y la nueva filosofía. El filósofo moderno renuncia a mucho; pero también gana mucho. Hay una gran diferencia entre la ciencia construida sobre la base de experimentos y la ciencia derivada sólo de la razón. ¡Las predicciones del científico, a pesar de su incertidumbre, son mucho más seguras que las del filósofo que pretendía que podía penetrar con visión inmediata las leyes últimas del universo! Una ética no atada por leyes supuestamente dictadas por una autoridad superior, es preferible cuando surgen nuevas condiciones sociales, que los viejos sistemas éticos no pudieron prever.

Y a pesar de todo, todavía hay filósofos que se niegan a aceptar la filosofía científica como una filosofía, que quieren incorporar sus resultados a un capítulo introductorio de la ciencia y que pretenden que existe una filosofía independiente, que no tiene nada que ver con la investigación científica y que puede alcanzar directamente la verdad. Estas pretensiones, creo yo, revelan una falta de sentido crítico. Los que no ven los errores de la filosofía tradicional no quieren renunciar a sus métodos o resultados y prefieren seguir un camino que la filosofía científica ha abandonado. Reservan el nombre de filosofía para sus falaces empeños en busca de un conocimiento supercientífico y se rehúsan a aceptar como filosófico un método de análisis construido sobre el modelo de la investigación científica.

Lo que se necesita para llegar a una filosofía científica es una reorientación de los deseos filosóficos. A menos de que los objetivos de la filosofía especulativa se consideren inalcanzables, no pueden comprenderse los logros de la filosofía científica. El lenguaje de imágenes es la forma natural de expresión del poeta; pero el filósofo debe renunciar al uso de imágenes sugestivas para sus explicaciones si quiere entender la filosofía científica. El deseo de certidumbre absoluta puede parecemos un objetivo admirable, pero el filósofo científico debe evitar la falacia de considerar hábitos condicionados como postulados de la razón y debe aprender que el conocimiento probable es una base bastante sólida para responder a todas las

preguntas que puedan hacerse razonablemente. El deseo de establecer directrices morales por un acto de cognición moral es comprensible; pero el filósofo científico debe renunciar a la búsqueda de una guía moral, que llevó a otros a concebir la moralidad como una forma de conocimiento adquirida por penetración en un mundo superior. La verdad viene de fuera: la observación de los objetos físicos nos dice qué es lo verdadero. Pero la ética viene de dentro: expresa un “yo quiero”, no un “hay”. Es ésta la reorientación de los deseos filosóficos que necesita el filósofo científico. Los que puedan controlar sus deseos descubrirán que ganan mucho más de lo que pierden.

La ganancia, por cierto, es impresionante si se la compara con los resultados de los sistemas filosóficos tradicionales. Permítaseme subrayar nuevamente que no deseo negar los méritos históricos de estos sistemas. Hay un largo camino entre la primera vislumbre de un problema y su clara formulación, y un largo camino también entre ésta y la solución. Muchas de las soluciones actuales tienen su origen en las analogías y en el lenguaje de imágenes de algún antiguo filósofo. Pero nada es tan peligroso, para la comprensión crítica de la filosofía, como considerar esas imágenes y analogías como anticipaciones proféticas de descubrimientos modernos. La primera visión de un problema surge con frecuencia de un ingenuo asombrarse, más que del discernimiento de sus implicaciones de largo alcance. El trabajo y el ingenio invertidos en el desarrollo que llevó a la solución moderna pueden ser tan grandes, e incluso mucho más grandes, que la contribución de los que iniciaron este desarrollo. El respeto que se debe a los antiguos no debe cerramos los ojos a los productos de nuestro tiempo. Se requieren independencia de juicio y agudeza crítica para descubrir los pocos problemas genuinos entre los muchos conceptos vagos y el verbalismo dogmático, legado de la filosofía tradicional. Sólo una cabal comprensión del método científico moderno puede conceder a un filósofo los medios necesarios para resolver esos problemas.

Este libro ha tratado de ofrecer una relación de las respuestas que la filosofía científica moderna da a los problemas que han desempeñado un papel en la filosofía tradicional, desde su nacimiento en el pensamiento griego. Existe la cuestión del origen del conocimiento geométrico, respondida con la distinción de la geometría física, que es empírica, y la geometría matemática, que es analítica. Tenemos el problema de la causalidad y de una determinación general de todos los acontecimientos físicos, que ha recibido una respuesta negativa: la causalidad es una ley empírica y vale sólo para los objetos macroscópicos, pero no en el campo atómico. Está la cuestión de la

naturaleza de la sustancia y la materia, que fue contestada con la dualidad de ondas y partículas, concepción más sorprendente que cualquier clase de ficción excogitada por los sistemas filosóficos. Está el problema del principio rector de la evolución, descubierto en una selección estadística en combinación con leyes causales. Y la cuestión sobre la naturaleza de la lógica, disciplina que se demostró ser un sistema de leyes del lenguaje que no limita ninguna experiencia posible y que, por lo tanto, no expresa propiedad ninguna del mundo físico. Está también el problema del conocimiento predictivo, al que se respondió con una teoría de la probabilidad y la inducción, de acuerdo con la cual las predicciones son supuestos, los mejores instrumentos de que se dispone para predecir el porvenir, si tal predicción es posible. Está el problema de la existencia del mundo externo y de la mente humana, que resulta ser un problema del correcto uso del lenguaje más que cosa de una "realidad trascendental". Y tenemos el problema de la naturaleza de la ética, al que se respondió con la distinción de fines e implicaciones entre fines, respuesta que hace de estas implicaciones lo único accesible al juicio cognitivo y deja a los fines primarios la calidad de decisiones volitivas.

Es ésta una serie de resultados filosóficos establecidos por medio de un método tan preciso y seguro como el método de la ciencia. El empirista moderno puede citar estos resultados cuando se le invita a presentar testimonios de que la filosofía científica es superior a la especulación filosófica. Existe un cuerpo de conocimiento filosófico. La filosofía no es ya la historia de hombres que trataron en vano de "decir lo indecible" en imágenes o en construcciones llenas de palabras y de forma seudo-lógica. La filosofía es el análisis lógico de todas las formas del pensamiento humano; lo que tiene que decir puede ser expresado en términos inteligibles, y no hay nada "indecible" ante lo que tenga que capitular. La filosofía es científica en su método; reúne resultados susceptibles de demostración y sostenidos por personas suficientemente adiestradas en la lógica y en la ciencia. Si todavía incluye problemas no resueltos sujetos a controversia, hay buenas razones para esperar que serán resueltos por los mismos métodos que, para otros problemas, han conducido a soluciones comúnmente aceptadas hoy.

Si comparamos la vieja y la nueva filosofía, asombra ver que haya aún tanta oposición hacia el nuevo método filosófico y sus resultados. Quisiera discutir las posibles causas psicológicas de semejante oposición.

La primera consiste en que es menester realizar una buena cantidad de trabajo técnico para poder entender la nueva filosofía. El filósofo de la vieja escuela es generalmente un hombre que sabe de literatura e historia, que no ha

aprendido nunca los métodos de precisión de las ciencias matemáticas ni experimentado la felicidad de demostrar una ley de la naturaleza por una verificación en todas sus consecuencias. Nuestra instrucción secundaria no lleva más allá de la antesala de las matemáticas y las ciencias, y ¿quién puede juzgar sobre la teoría del conocimiento si no ha visto nunca el conocimiento en su más acabada forma?

El argumento más común de quienes defienden la filosofía especulativa consiste en decir que la filosofía científica se halla demasiado orientada hacia las ciencias matemáticas y no hace justicia a las ciencias históricas y sociales. Este argumento no es sino un testimonio más de la interpretación equivocada que se da al programa de la filosofía científica. El filósofo científico recibiría con agrado cualquier intento de tratar las ciencias sociales con un método análogo al que, con tanto éxito, se aplica en las ciencias naturales. Lo que se rehúsa a aceptar es una filosofía que trace una línea de demarcación entre las ciencias sociales y las naturales y que pretenda que conceptos fundamentales, tales como los de explicación, ley científica o tiempo, tienen distintos significados en los dos terrenos. Estas pretensiones provienen con frecuencia de una interpretación equivocada de las ciencias matemáticas. A decir verdad, el análisis de la causalidad realizado en la física la acerca más a la sociología de lo que se haya alcanzado nunca; el descubrimiento de que las leyes físicas son implicaciones de probabilidad, y no dictados de la razón, debería animar al sociólogo a formular leyes, aunque fuesen válidas sólo en mayoría de casos. La extrema complejidad de las condiciones sociales, que hace imposible que se vea una ley sociológica realizada en un caso ideal, recuerda la situación semejante de la ciencia física de la meteorología. A pesar de que las predicciones meteorológicas estrictas son imposibles, ningún físico duda de que el tiempo se halle regido por las leyes de la termodinámica y la aerodinámica. Aun cuando sea tan difícil predecir el tiempo político, ¿por qué debe negarse el sociólogo a creer en la existencia de leyes sociológicas?

El argumento de que los acontecimientos sociológicos son únicos y no se repiten pierde su valor porque lo mismo sucede con los acontecimientos físicos. La atmósfera de un día nunca es igual a la de otro. La condición de un trozo de madera no es nunca la misma que la de otro. El científico supera estas dificultades incorporando los casos individuales a una clase y buscando leyes que rijan las diferentes condiciones únicas, cuando menos en la mayoría de los casos. ¿Por qué no ha de poder hacer lo mismo el sociólogo?

La pretensión de que hay una brecha insalvable entre las ciencias sociales y las naturales tiene todo el aire de ser un intento de crear en la filosofía de las

ciencias sociales un apartado para los filósofos que tienen miedo de la técnica lógica y matemática, sin la cual no puede elaborarse una teoría del conocimiento. Afortunadamente también existe un grupo de sociólogos científicos que acuden a la filosofía científica en su lucha por comprender el método de su ciencia, y que reconocen que es menester hacer una buena limpieza antes de que se pueda construir una filosofía de las ciencias sociales. Quisiera expresar la esperanza de que la filosofía científica del porvenir atraiga a representantes de todos los campos del conocimiento, que pasen de la investigación en su especialidad a la investigación filosófica.

La ayuda de colaboradores, sin prejuicios, enterados de disciplinas no matemáticas es bienvenida por otras razones. Aun cuando la investigación matemática y lógica ha contribuido considerablemente a construir la nueva filosofía, esa labor no se halla necesariamente asociada, en sí misma, a una actitud filosófica crítica. Hay matemáticos, y aun lógicos matemáticos, que nunca han sentido la necesidad de extender la precisión de sus métodos al análisis lógico del conocimiento empírico, o hasta que creen que cualquier extensión de esta clase tiene que ser complementada acudiendo a un discernimiento supra-empírico, es decir, una penetración en una verdad absoluta no analítica. Consideran la filosofía como una especie de labor de acertijos que no puede llegar nunca a resultados serios; o consideran las convicciones del sentido común como supuestos inevitables de la filosofía y niegan la posibilidad de una crítica de semejantes convicciones; o creen que el lenguaje vago y alambicado del filósofo especulativo ofrece los únicos medios para tratar los problemas filosóficos. El adiestramiento matemático no es una garantía para una comprensión de los problemas y métodos de la moderna teoría del conocimiento. Y aun cuando se vean los problemas, acaso se busquen aún las soluciones por caminos que una vieja tradición ha glorificado y que el estudiante de nuestras universidades, en los años formativos de su adiestramiento científico, generalmente no ha aprendido a criticar.

La línea de demarcación entre la vieja y la nueva filosofía no separa las matemáticas de la filosofía especulativa. Separa al hombre que se siente responsable de cada palabra que dice, del hombre que emplea palabras para expresar conjeturas de la intuición, exentas de análisis; al hombre que está dispuesto a ajustar su concepción del conocimiento a formas alcanzables del conocer, del hombre que no puede renunciar a la fe en la verdad supra-empírica; al hombre que considera el análisis del conocimiento como accesible a los métodos de precisión lógica, del hombre que piensa que la

filosofía es un dominio extralógico, libre de la restricción del control lógico y abierto a la satisfacción que emana del uso del lenguaje pintoresco y sus connotaciones emocionales. El deslinde de estos dos tipos de mentalidad es una consecuencia ineludible de la nueva filosofía.

La segunda posible causa de la oposición contra la filosofía científica es el criterio de que el filósofo científico no puede entender el aspecto emocional de la vida, de que el análisis lógico despoja a la filosofía de su peso emocional. Hay muchos estudiantes que acuden a las lecciones de filosofía en busca de edificación; leen a Platón como leen la Biblia o a Shakespeare, y se sienten desilusionados ante clases de filosofía en que tienen que escuchar exposiciones de lógica simbólica o de teoría de la relatividad. Todo lo que puedo decir respecto de esta actitud es que quienes busquen edificación deben asistir a lecciones sobre la Biblia o sobre Shakespeare, y no han de esperar hallarla en un lugar que no le corresponde. El filósofo científico no quiere subestimar el valor de las emociones, del mismo modo que tampoco querría vivir sin ellas. Su vida puede ser tan rica en pasión y en sentimiento como la de cualquier hombre de letras, sólo que se rehúsa a confundir la emoción y la cognición y gusta de respirar el aire puro del discernimiento y la penetración lógicos. Si se me permite una comparación más vulgar: el sabor del análisis lógico se asemeja al de las ostras, en que es necesario aprender a gustar de él. Pero así como el hombre que come ostras gustosamente acepta un vaso de vino, el estudioso de la lógica no necesita renunciar al vino de experiencias emocionales que le ofrecen por propósitos menos lógicos.

Es un mito que la mente matemática y lógica no pueda apreciar el valor del arte. Un famoso matemático ha editado las obras de un poeta lírico; muchos físicos famosos tocan el violín en sus horas libres; un famoso biólogo fue pintor, y se apreciaba su talento en los dibujos de sus observaciones microscópicas. El arte y la ciencia no se excluyen entre sí; pero tampoco deben identificarse. “La verdad es belleza y la belleza es verdad” es una sentencia hermosa pero no verdadera y, por lo tanto, reprueba su propia tesis.

Tal vez se considere mi argumentación como desviada. La actitud personal del filósofo científico, pudiera objetarse, no está en discusión, y nadie negará que el filósofo científico puede tener buen gusto y estar abierto al sentimiento. Lo que se dice contra él es que no asigna ningún lugar al arte y a la emoción en su sistema filosófico. Los filósofos especulativos asignaron al arte una digna posición colocándolo en el mismo nivel que la ciencia y la moralidad; la verdad, la belleza y el bien constituían la triple corona de la

investigación y el anhelo humanos. Parece que la corona del filósofo científico tiene sólo una punta. ¿Por qué quitó las otras dos?

Porque, respondería yo, la relación entre la verdad y la belleza no es cuestión de coronas o de dignidad. La cuestión sobre cómo clasificar el arte es una cuestión lógica y, por tanto, una cuestión que concierne a la verdad. Es la cuestión de la naturaleza lógica de la valoración, a la cual no debe darse una respuesta en términos de valoraciones. Que la respuesta satisfaga o no nuestros deseos emocionales no tiene importancia.

El arte es expresión emocional, es decir, los objetos estéticos sirven como símbolos que expresan estados emocionales. El artista, tanto como la persona que mira o escucha las obras de arte, ponen significados emotivos en los objetos físicos que están hechos de pintura aplicada sobre una tela o de sonidos producidos por instrumentos musicales. La expresión simbólica de los significados emotivos es una meta natural, esto es, representa un valor que aspiramos a gozar. La valoración es una característica general de las actividades humanas dirigidas a un fin, y es consejable estudiar su naturaleza lógica en su cabal generalidad, y no restringirla sólo al análisis del arte.

En un sentido, toda actividad humana persigue un fin: se trabaja para satisfacer las necesidades, se asiste a una reunión con objeto de contribuir a que se tomen ciertas decisiones políticas, se visita una galería de arte a fin de ver paisajes, retratos o formas abstractas a través de los ojos de un artista, se va a un baile a gozar del estímulo erótico del movimiento y la música. En todas estas actividades, sin embargo, hay momentos en que es menester hacer una elección; es aquí donde la conducta exhibe valoración. La valoración no necesita hacerse explícita, ni es menester llegar a ella por la reflexión y la comparación; puede realizarse en el impulso espontáneo que nos impele a leer un libro o a visitar a un amigo o a asistir a un concierto. Pero en las decisiones tomadas expresamos nuestras preferencias y así indicamos por medio de nuestro comportamiento el orden valorativo que constituye el fondo de nuestras acciones.

La elaboración explícita de este orden valorativo es estudiada por el psicólogo. Sabe que este orden no es siempre el mismo, que las preferencias varían con las condiciones momentáneas, con el medio y con la edad. Puede tratar de construir una especie de orden medio, inferido de las estadísticas de la conducta en la persecución de fines. Puede clasificar el comportamiento de fines en varias clases. Existen impulsos fisiológicos hacia los alimentos, la cohabitación y el descanso. Existe el impulso hacia el prestigio, la influencia y aun el poder social. Existe el impulso creador, que nos lleva a escribir un

libro o a levantar la cerca de nuestro jardín. Existe el deseo de jugar o de ver a otros jugar fútbol. Existe el impulso de la expresión emotiva que se experimenta al escuchar un cuarteto de cuerdas o al admirar los colores de una puesta de sol. Existe el impulso de saber, que se satisface estudiando libros o realizando experimentos científicos. Cualquier clasificación de esta clase es imperfecta, y los intentos de establecer un nítido orden lógico serán estorbados por el traslapamiento de varios fines en una acción.

Sin embargo, puede afirmarse una característica común para todas las actividades que persiguen fines. La decisión por un fin no es un acto que pueda compararse al descubrimiento de la verdad. Habrá implicaciones cognitivas, desde luego; por ejemplo, la finalidad de ganarse la vida puede exigir la capacidad de enfrentarse, por el adiestramiento profesional, con el trabajo monótono. Pero la selección del fin no es un acto lógico. Es la afirmación espontánea de deseos, de voliciones, que nos llegan con fuerza compulsiva inevitable, o el atractivo de una futura satisfacción, o la pacífica naturalidad de costumbres jamás discutidas. No tiene sentido pedir al filósofo que justifique las valoraciones. Y, además, no puede dar una escala jerárquica valorativa, que distinga entre valores superiores y valores inferiores. Esta escala es en sí valorativa, no cognitiva. Como hombre de cultura y experiencia, puede dar buen consejo sobre las valoraciones, esto es, puede influir sobre otras personas para que acepten más o menos su escala de valores. Pero hombres de otras profesiones pueden servir la misma finalidad educativa. Si son educadores o psicólogos ejercitados, pueden incluso rendir mejor servicio.

El filósofo científico no considera impertinentes los problemas de la valoración, son tan pertinentes para él como para otras personas. Pero no cree que puedan resolverse por medios filosóficos. Pertenecen a la psicología, y su análisis lógico debe hacerse juntamente con el análisis lógico de los conceptos psicológicos en general.

La tercera posible causa de la oposición a la filosofía científica la constituye el hecho de que no pueda derivarse ninguna guía moral de sus resultados. La rotunda distinción entre ética y conocimiento, entre volición y cognición, ha hecho alejarse a muchos estudiantes de las enseñanzas de la filosofía científica. El filósofo de la vieja escuela daba máximas aconsejándole cómo vivir y prometiéndole que por el estudio suficiente de libros filosóficos averiguaría lo que es bueno y lo que es malo. El filósofo científico le dice con toda franqueza que no puede esperar nada de sus enseñanzas si lo que quiere es saber cómo vivir una buena vida.

El renunciamiento de la filosofía científica a dar consejo moral es mitigado por el ánimo que ofrece para usar el pensamiento cognitivo en el estudio de las relaciones entre diferentes finalidades morales. Las implicaciones entre los fines y los medios, y entre los fines primarios y los secundarios, son de naturaleza cognitiva; y no debe olvidarse que esto resuelve no pocas controversias éticas. La mayor parte de las decisiones morales a que nos enfrentamos no se refieren a objetivos primarios, sino a objetivos secundarios, y todo lo que requieren es un análisis de la contribución de la decisión considerada en la consecución de algún objetivo fundamental. Las decisiones políticas son virtualmente todas de este tipo. Por ejemplo, que el gobierno deba controlar los precios es algo que debe responderse por medio del análisis económico; el objetivo ético de producir tantas mercancías como sean necesarias al más bajo precio no es algo que haya que discutir. Pero al clasificar las implicaciones morales como cognitivas el filósofo científico elimina la discusión de estas relaciones del dominio de la filosofía y les asigna un lugar en las ciencias sociales. El análisis lógico de la ética demuestra que, del mismo modo que en la física, muchos problemas que se habían considerado como filosóficos deben ser resueltos por una ciencia empírica. La historia de la filosofía muestra una y otra vez cómo las preguntas hechas al filósofo han sido transferidas al científico. De este modo se logra que la respuesta sea más profunda y segura. Quienes piden al filósofo una guía para la vida deben agradecer que éste los remita al psicólogo o al científico social; el conocimiento acumulado en estas ciencias empíricas promete respuestas mucho mejores que las acumuladas en los escritos de los filósofos. Los sistemas éticos de la filosofía especulativa están construidos con frecuencia sobre las condiciones psicológicas y la estructura social de tiempos pasados, y, como los sistemas teóricos, presentan como resultados filosóficos lo que no es más que el producto de una etapa temporal del conocimiento. El filósofo científico evita estos errores reduciendo su contribución a la ética a una clarificación de su estructura lógica.

Aun cuando el filósofo científico se rehúse a dar consejo ético, está dispuesto, siguiendo su programa, a discutir la naturaleza del consejo ético, extendiendo de este modo su método de aclaramiento al estudio del lado lógico de esta actividad humana. El consejo ético puede darse en tres formas. En la primera, el consejero trata de persuadir a una persona para que acepte los objetivos que él, el consejero, considera buenos. En la segunda forma, el consejero pregunta a la persona cuáles son sus objetivos y le indica

implicaciones adecuadas para ayudarle a alcanzarlos. En la tercera forma, el consejero obtiene la información sobre los objetivos de la persona, no preguntándoselos, sino observando su conducta e infiriéndolos de ella. Entonces expresa estos fines con palabras y, como en el caso anterior, indica a la persona las implicaciones pertinentes para su consecución.

Pertenecen a la primera forma los consejos ofrecidos por los políticos, por los representantes de religiones y por otros partidarios de una ética autoritaria. En la segunda forma, el consejero asume la función de un técnico psicólogo, como un consejero vocacional, que responde preguntas sobre las maneras de prepararse para las distintas profesiones. En la tercera forma, el consejero se echa a cuestas la tarea de interpretar la conducta de un hombre. Como con frecuencia los hombres no saben con claridad qué es lo que quieren y hacen muchas cosas sin reflexionar sobre sus propias intenciones, el consejero puede decir algunas veces al hombre qué es lo que "realmente quiere". Esto significa que puede dar una interpretación consecuente de la conducta del hombre e inducirlo a desear de manera abierta algo que hasta ese momento no había deseado explícitamente. El consejero puede de este modo adquirir gran influencia sobre la organización psicológica de la persona y ayudarla a poner en claro sus voliciones, función análoga en algunos respectos a la clarificación de significados que se logra por el análisis lógico. Esta forma de consejo es la más eficaz y requiere altas cualidades de parte del consejero, que exigen comprensión psicológica a la vez que un conocimiento extenso de las condiciones sociológicas.

Sólo en la primera forma puede verse con claridad el ingrediente subjetivo del consejo; pero en la segunda y en la tercera formas también aparece por lo general un componente subjetivo. El consejero estará dispuesto a indicar a una persona los medios para alcanzar sus objetivos siempre que los apruebe, al menos en cierta medida. Por ejemplo, el partidario de una ética democrática no estaría dispuesto a aconsejar a un gobierno totalitario acerca de los medios para alcanzar sus fines, a menos que "vendiera su alma", cosa que la mayoría de las personas considerarían inmoral. El consejo consciente no es, por lo tanto, nunca puramente objetivo; el consejero se halla obligado a convertirse en participante activo en la formación de objetivos, a convertirse en un agente de la moralidad, y cumple entonces una función operativa además de la parte cognitiva de su labor.

A veces se arguye que el consejo es objetivo porque el cliente, una vez que lo ha aceptado y lo ha realizado en su vida personal, a menudo admite que ahora sabe lo que quiere y se siente más feliz que antes. Sin embargo, tal

resultado no es prueba de objetividad. Las personalidades humanas son maleables, y si la persona hubiera estado bajo la influencia de consejeros que lo hubieran guiado hacia objetivos diferentes, podría también sancionar su consejo sintiéndose más feliz e iluminado. Quienes viven en una sociedad totalitaria son a menudo tan felices y se hallan tan seguros de sí mismos como los que viven en una sociedad democrática y, sin embargo, es muy probable que cualquiera de ellos hubiera aceptado los objetivos contrarios, de haberse criado en un medio correspondiente. El consejo ético no puede justificarse por su éxito psicológico. El consejero debe saber que induce a la persona a hacer algo que él, consejero, considera correcto, que es suya la responsabilidad y que no hay escape a una moralidad objetiva que se revelaría por estudios psicológicos de la conducta humana. La psicología puede decimos qué quieren los hombres, pero no qué *deben* querer, si la palabra "deben" se usa en un sentido no implicativo; y el "debe" implicativo no puede establecer una moralidad objetiva porque no puede validar los objetivos primarios.

La solución que la filosofía científica ofrece para el problema de la ética se asemeja en muchos respectos a la solución dada al problema de la geometría. Esta solución se explicó en el capítulo VIII: en tanto que los antiguos matemáticos consideraban la geometría entera como una necesidad matemática, los matemáticos de hoy restringen el carácter necesario a las implicaciones entre axiomas y teoremas y excluyen los axiomas mismos del dominio de los asertos matemáticos. De modo semejante, el filósofo científico distingue entre axiomas o premisas éticos e implicaciones éticas, y sólo considera las implicaciones como susceptibles de prueba lógica. Existe, sin embargo, una diferencia fundamental. Los axiomas de la geometría pueden convertirse en enunciados verdaderos cuando se consideran enunciados físicos, basados en definiciones coordinadoras y demostrados por la observación; entonces poseen verdad empírica. Los axiomas de la ética, en cambio, no pueden convertirse de ningún modo en juicios cognitivos; no hay interpretación en la que puedan llamarse verdaderos. Son decisiones volitivas. Cuando el filósofo científico niega la posibilidad de una ética científica, se refiere a esto. No negara nunca que las ciencias sociales desempeñan un papel importante en todas las aplicaciones de las decisiones éticas. Ni quiere decir tampoco que los llamados axiomas sean premisas invariables, que rijan para todas las épocas y en todas las condiciones. Aun las premisas éticas generales pueden cambiar con el medio social, y cuando se las llama axiomas, quiere decir que este término significa que para el contexto considerado no se ponen en tela de juicio.

La ética incluye tanto un componente cognitivo como uno volitivo, y las implicaciones cognitivas no pueden eliminar nunca completamente las decisiones volitivas, aun cuando puedan reducir el número de estas decisiones a un pequeño número de decisiones básicas. La relación lógica entre decisiones e implicaciones puede aclararse por medio del siguiente análisis. Supongamos que un hombre quiere alcanzar tanto el fin *A* como el *B*. El científico social le demuestra que *A* implica *no-B*. ¿Está ahora obligado a abandonar *B*? Desde luego que no. Tal vez podría abandonar *A* y preferir *B*. Y hará eso si *B* le parece un objetivo preferible. Una implicación ética no indica a un hombre qué es lo que debe hacer; nada más lo pone en situación de escoger. La selección es cuestión de su volición; y ninguna implicación cognitiva puede aliviarlo de su elección personal.

Por ejemplo, alguien quiere paz entre los pueblos; pero también quiere libertad de las dictaduras. Encuentra que bajo ciertas condiciones sólo puede destruirse una dictadura por la fuerza de las armas. ¿Se sigue de aquí que, si esas condiciones existen, debe abogar por una guerra contra el dictador? Esta conclusión sería errónea. Lo que se sigue es que no puede tener paz y libertad al mismo tiempo. Cuál deba ser el objetivo que deba preferir depende de él. La implicación cognitiva “libertad implica guerra” simplemente lo empuja a hacer su elección, pero no le indica qué es lo que debe elegir.

Este análisis también hará evidente el hecho de que no existen objetivos absolutos, esto es, que se busquen bajo todas las circunstancias. Todo objetivo puede juzgarse en función de sus consecuencias. Si un objetivo requiere el uso de un medio que consideremos perjudicial para otros fines, y si estos fines son para nosotros superiores al primero, abandonaremos este objetivo. El fin justifica los medios, sí; pero al mismo tiempo, los medios pueden exigir repudiar el fin. La implicación fin-medios no ofrece una prueba de que deban adoptarse los medios; simplemente prueba un o-esto-o-lo-otro; demuestra que o tenemos que aplicar los medios o renunciar al fin. Esta decisión es algo que cada uno tiene que tomar por sí mismo.

En algunas ocasiones puede ayudar entrar en mayores implicaciones. Si hay que hacer la elección entre *A* y *B*, puede ser útil saber que *A* es necesaria para el objetivo *C*, y que *B* es necesaria para el objetivo *D*. En lugar de comparar *A* con *B*, puede entonces compararse *C* con *D*. Por ejemplo, se ofrece a un hombre una posición bien pagada que, sin embargo, le obligaría a favorecer opiniones políticas que ha repudiado hasta ese momento. Necesita, por otra parte, el dinero para dar una educación universitaria a sus hijos; pero si se convierte en un renegado político, se pierde el respeto a sí mismo y

pierde el respeto y la estimación de sus amigos. Por lo tanto, la elección original entre el empleo bien pagado y el sostenimiento de sus opiniones políticas se reduce a la elección entre tener los medios para dar una educación universitaria a sus hijos y mantener su integridad personal. La ilustración ofrece un ejemplo en donde la reducción de las decisiones apenas disminuye la dificultad de la elección; en otros casos puede ser más fácil escoger entre los fines *C* y *D* que entre los fines *A* y *B*. Es evidente, en todo caso, que cualquier reducción de este tipo nos deja ante una necesidad de escoger que no puede resolverse por medios cognitivos. Nuestra volición es el instrumento último de nuestra decisión.

Quisiera expresar la esperanza de que mi formulación abra el camino a un entendimiento con los filósofos pragmatistas, que sostienen la existencia de una ética científica. La diferencia entre su formulación y la mía es puramente verbal cuando con el término "ética científica" se quiere denotar una ética que hace uso del método científico para el establecimiento de implicaciones entre fines y medios. Tal vez sea eso todo lo que los pragmatistas quieren decir; aun así me daría mucho gusto encontrar en sus escritos una clara afirmación en la cual todos los intentos de validar los fines primarios por medios cognitivos fuese abiertamente declarada acientífica. El pragmatista habla de necesidades humanas; pero el hecho de que los hombres tengan necesidades no prueba que las necesidades sean buenas. Si las necesidades, o los objetivos, pueden inferirse de la conducta del hombre, puede servir de mucho exponer esos objetivos explícitamente; pero quien da consejo para aclarar y satisfacer necesidades indica por *su* conducta que considera esas necesidades no sólo como existentes, sino como buenas. Si se ve con claridad que la palabra "bueno" usada aquí significa que el consejero sanciona los objetivos que ha descubierto, en buena hora venga el pragmatista a cumplir la función de consejero ético.

Aceptando francamente esta interpretación, un consejero puede insistir, por ejemplo, en que el médico se apegue fielmente al secreto profesional, ya que su objetivo de curar a los enfermos se vería menoscabado en cuanto los pacientes no estuvieran seguros de que sus historias personales permanecerían en el plano de lo confidencial. O puede argüir que la investigación científica, aun cuando puramente cognitiva en su método, constituye la persecución de objetivos que acarrean implicaciones sociales. La búsqueda de la verdad asegura el éxito sólo en un ambiente de libertad y honradez, y el científico que no esté dispuesto a defender estos postulados éticos se opone a los intereses de su propia labor. Este argumento no quiere decir que los teoremas

científicos impliquen imperativos morales, sino que los objetivos éticos indicados por la actividad del científico implican estos imperativos.

La construcción de una ética de esta clase constituye una contribución importante al funcionamiento del organismo social. Usa la ciencia de la sociología para elaborar reglas de conducta adecuadas para el lugar de un hombre en la sociedad humana. Yo no opondría ninguna objeción a que a este sistema ético se le llamara ética científica, si se conviene en que no es una ciencia. Es científica en el mismo sentido en que la medicina y la industria mecánica son científicas; es una forma de ingeniería social, es decir, es una actividad por medio de la cual los resultados de la ciencia cognitiva se utilizan para la persecución de objetivos humanos. Estos objetivos no son en sí validados por medio de la cognición o por medio de la ciencia. Expresan decisiones volitivas, y ningún científico puede exonerar a nadie de escuchar su propia voluntad. El científico no puede siquiera dar consejo moral sin escuchar *su* propia voluntad. Al adoptar la función de consejero ético, traspasa los límites de la ciencia y se suma al trabajo de quienes dan forma a la sociedad humana siguiendo una pauta que consideran correcta.

Una filosofía científica no puede suministrar ninguna guía moral; ése es uno de sus resultados, y no es cosa que pueda oponérsele. ¿Queremos la verdad y nada más que la verdad? Entonces no pidamos al filósofo directrices morales. Los filósofos prestos a derivar directrices morales de sus filosofías pueden ofrecer sólo remedos de prueba. Carece de sentido pedir lo imposible.

Por lo tanto, la respuesta a la búsqueda de directrices morales es la misma que la respuesta a la búsqueda de la certeza: las dos van tras objetivos inalcanzables. Al señalar que estos objetivos no pueden alcanzarse, por razones lógicas, la filosofía científica moderna ha llegado a un resultado cognitivo de la mayor importancia para la orientación humana ante los objetivos filosóficos tradicionales. Exige que se renuncie a estos objetivos. Pero renunciar a lo imposible no significa resignación. La verdad negativa pide una directriz positiva: ajusta tus objetivos a lo que pueda alcanzarse. Esta directriz se deriva de la volición de alcanzar los propios objetivos; expresa una implicación trivial: si quieres alcanzar tus objetivos, no luches por objetivos que no puedan alcanzarse.

En el templo de Delos en la antigua Grecia había un altar de oro de forma cúbica muy precisa. Hubo una vez una peste y los delios, al consultar los oráculos, recibieron la respuesta de que para satisfacer a su dios tenían que duplicar exactamente el volumen del altar de oro, conservando la forma cúbica. Los sacerdotes preguntaron a los matemáticos qué había que hacer

para calcular la longitud de la arista de un cubo de volumen doble al de un cubo dado; pero los matemáticos no pudieron encontrar una solución estricta del problema. Yo siempre he pensado que el dios tal vez se habría considerado satisfecho con un cubo de un volumen aproximadamente doble; un orífice griego seguramente habría logrado un alto grado de aproximación. Pero los matemáticos griegos no hubieran aceptado una solución tan discutible; ellos querían la verdad, y nada más que la verdad. Se necesitaron dos mil años para encontrar la respuesta verdadera; y la respuesta es negativa: es imposible duplicar exactamente el volumen de un cubo por métodos geométricos en el sentido usual. ¿Se habrían rehusado a aceptar los matemáticos griegos esta respuesta por ser negativa? Quien quiera la verdad no debe desilusionarse cuando la verdad sea negativa. Es mejor conocer una verdad negativa que perseguir lo inalcanzable.

Es imposible lograr un conocimiento del mundo que tenga la certeza de la verdad matemática; es imposible establecer directrices morales con la objetividad total de la verdad matemática, o aun de la verdad empírica. Ésta es una de las verdades que la filosofía científica ha revelado. La solución del problema de la certeza absoluta, así como la del problema de la construcción de una ética por analogía con el conocimiento, es negativa; ésta es la respuesta moderna a una búsqueda inmemorial. Si alguien nos sale con que se siente desilusionado porque la filosofía científica no proporciona certeza o no suministra directrices morales, le repetiremos la historia del cubo de Delos.

La comparación entre la vieja y la nueva filosofía es asunto de la incumbencia del historiador y será de interés para todos aquellos que se formaron dentro de la vieja filosofía y deseen comprender la nueva. Quienes trabajan en la nueva filosofía no miran hacia atrás; su trabajo no sacaría ningún provecho de consideraciones históricas. Son tan ahistóricos como Platón o como Kant, porque, como aquellos maestros de los pasados tiempos de la filosofía, sólo se interesan en los problemas con que trabajan, no en sus relaciones con tiempos anteriores. No quiero empequeñecer la historia de la filosofía; pero es menester recordar siempre que es historia y no filosofía. Como toda investigación histórica, debe realizarse con métodos científicos y con explicaciones psicológicas y sociológicas, pero no debe presentarse como un conjunto de verdades. Hay más error que verdad en la filosofía tradicional; por lo tanto, sólo quienes tengan mente crítica pueden ser historiadores competentes. La glorificación de la filosofía del pasado, la presentación de los diferentes sistemas como otras tantas versiones de la sabiduría, cada una por propio derecho, ha minado la potencia filosófica de la presente generación.

Ha inducido al estudiante a adoptar un relativismo filosófico, a creer que sólo hay opiniones filosóficas, pero no una verdad filosófica.

La filosofía científica trata de salvarse del historicismo y de llegar por medio del análisis lógico a conclusiones tan precisas, tan sutiles y tan seguras como los resultados de la ciencia de nuestro tiempo. Insiste en que el problema de la verdad debe plantearse dentro de la filosofía en el mismo sentido que en las ciencias. No pretende poseer una verdad absoluta, cuya existencia niega para el conocimiento empírico. Por cuanto se refiere al estado existente del conocimiento y desarrolla la teoría de este conocimiento, la nueva filosofía es en sí empírica y se satisface con la verdad empírica. Como el científico, el filósofo científico no puede hacer más que buscar sus mejores supuestos. Pero eso es lo que puede hacer; y está dispuesto a hacerlo con tanta perseverancia como sentido de autocrítica, y está pronto a emprender nuevos intentos, indispensables para la labor científica. Si el error es corregido cada vez que se descubre, el camino del error es el camino de la verdad.



HANS REICHENBACH (26 de septiembre de 1891, Hamburgo, – 9 de abril de 1953, Los Ángeles). Filósofo, físico y lógico alemán.

Obras: *Axiomatik der relativistischen Raum-Zeit-Lehre*, 1924; *Experience and prediction: an analysis of the foundations and the structure of knowledge*, 1938; *From Copernicus to Einstein*, 1942; *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, 1944; *Elements of Symbolic Logic*, 1947; *The Rise of Scientific Philosophy*, 1951; *The Direction of Time*, 1956.

Notas

[*] Podría presentarse la objeción de que un hombre que naciera con anteojos azules no conocería más colores que el azul y, por lo tanto, no concebiría el azul como color. Para evitar esto, supongamos que una persona nace con los cristalinos azules, en tanto que su retina y su sistema nervioso permanecen normales. Mientras sus sensaciones ópticas fueran producidas por estímulos internos, serían normales. En consecuencia, la persona podría ver otros colores además del azul en sus sueños y llegaría a la conclusión de que el mundo físico está sujeto a limitaciones que no alcanzan al mundo de su imaginación. Al cabo de algún tiempo descubriría que esta limitación se debe a la composición de sus propios cristalinos. <<

[*] La regla de usar constantemente la geometría euclidiana para la ordenación de las observaciones geométricas puede incluso llevar a mayores complicaciones, por ejemplo, a ciertas violaciones del principio de causalidad. Éste será el caso si el espacio de la física es topológicamente diferente del espacio de Euclides, por ejemplo, si es finito. En estos casos, cuando menos uno de los principios *a priori* de Kant, la geometría euclidiana o la causalidad, tiene que abandonarse. Ver mi *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* (Berlín, 1928), p. 82. <<

[*] En P. A. Schilpp, Albert Einstein, Philosopher-Scientist. Evanston, 1949, pp. 677-679. <<

[*] El nuevo telescopio de Monte Palomar en California está en posibilidad de duplicar el campo de estrellas y nebulosas observable. Podría aumentarse el campo mucho más si pudiera colocarse un telescopio en la luna. La carencia de atmósfera nos permitiría observar a cien o mil veces mayor distancia dentro del universo de lo que es posible actualmente. <<

[*] En su libro *Human Knowledge* (Nueva York, 1948), el profesor Bertrand Russell ha criticado mi teoría de la probabilidad y la inducción. Siempre he admirado el juicio crítico de Russell; pero en este caso no puedo considerar sus objeciones más que como un producto de mala interpretación. Por ejemplo, no ve (pp. 413-4) que en mi teoría se dan buenos argumentos para tratar un supuesto como verdadero, y que no puede invalidarse mi regla de inducción mostrando ejemplos en los que la conclusión inductiva es falsa. Las respuestas a sus objeciones se encuentran todas en mi libro *The Theory of Probability* (Berkeley, 1949), aun cuando este libro no se refiera explícitamente a las objeciones de Russell, ya que fue impreso antes que su obra apareciera. Pero esta presentación de mi teoría en inglés es más explícita en sus formulaciones que la original, que fue publicada en alemán en 1935 y sobre la que se basa la crítica de Russell. Es muy de sentirse que Bertrand Russell, quien ha contribuido tanto a la eliminación de la síntesis *a priori* en las matemáticas, parezca haberse convertido en el abogado de una síntesis *a priori* en la teoría de la probabilidad y la inducción. Él cree que la inducción presupone “un principio extralógico no basado en la experiencia” (p. 412). Pero si se interpreta el conocimiento como un sistema de supuestos, tal principio no es necesario. Quisiera expresar mi esperanza de que, después de leer mi antes mencionada exposición, Russell revise sus puntos de vista. <<

[*] Un estudio de los métodos de este tipo, por medio de los cuales el hombre de la caverna de Platón habría podido inferir la existencia del mundo externo, puede encontrarse en mi libro *Experience and Prediction* (Chicago, 1938), § 14. En él puede encontrarse una exposición más detallada de una teoría moderna del conocimiento. <<

[*] Para una más amplia exposición de los términos singular-reflexivos, ver *Elements of Symbolic Logic*, del autor (Nueva York, 1947), p. 284. Como los imperativos son singular-reflexivos, no son equivalentes a sus correlatos cognitivos; dos imperativos idénticos, expresados por diferentes personas, tienen diferentes correlatos cognitivos. <<