

La ciencia y el conocimiento común

Por J. ROBERT OPPENHEIMER (*)

I

”Sentido no-común”

Un siglo después de Newton, en 1784, el progreso de aquellos cien años fué conmemorado en un memorial anónimo colocado en la bola que remata la torre de la iglesia de Santa Margarita, en Gotha, para que fuera leído por los hombres del futuro. Decía así:

“Nuestros días son la época más esplendorosa del siglo XVIII...”

El odio nacido del dogma y la coacción de conciencia se desvanecen. El amor al hombre y la libertad del pensamiento progresan. Las artes y las ciencias florecen y nuestra visión del taller de la naturaleza se profundiza. Los artesanos se acercan en perfección a los artistas mismos; las artes útiles florecen entre todas las clases. Este es el retrato de nuestra época... Haced lo mismo para vuestros herederos y regocijaos.”

La fugacidad es el telón de fondo para la comedia del progreso humano, para el perfeccionamiento del hombre, el crecimiento de su sabiduría, el aumento de su poder, su corrupción y su redención parcial. Nuestras civilizaciones perecen; la piedra labrada, la palabra escrita, la acción heroica se marchitan en memoria de memoria y terminan desapareciendo. Llegará el día en que nuestra raza desaparezca; esta casa, esta tierra en que vi-

vimos será un día inservible para habitación humana, cuando el sol envejezca y cambie.

Sin embargo, ningún hombre, sea agnóstico, budista o cristiano, piensa completamente en estos términos. Sus acciones, sus pensamientos, lo que ve del mundo que le rodea —la caída de una hoja, la travesura de un niño o la salida de la luna— son parte de la historia; son una parte del devenir y del desarrollo, pero no sólo eso. Participan también del mundo fuera del tiempo; participan de la luz de eternidad.

Estos dos modos de pensamiento, el modo del tiempo y de la historia y el modo de la eternidad y de la intemporalidad, son ambos parte del esfuerzo del hombre para comprender el mundo en que vive. Ninguno está comprendido en el otro, ni es reductible a él. Son, como hemos aprendido a decir en Física, puntos de vista complementarios, cada uno de ellos suplementando al otro, ninguno contando la historia completa. Volvamos a este punto.

En primer lugar, sería lo mejor que revisásemos y extendiésemos algo el relato de la complementariedad de los físicos. En su forma más simple, la complementariedad significa que el electrón debe de ser considerado algunas veces como una onda y algunas veces como una partícula —una onda, con la propagación continua y la interferencia característica que aprendimos a comprender en los laboratorios de óptica, o una partícula, algo con una situación bien definida en cualquier tiempo, discreta, individual y atómica—. Tenemos la misma dualidad para toda la materia y para la luz. En una forma un poco más sutil, la complementariedad significa que hay situaciones en las cuales la posición de un objeto atómico puede ser medida, definida y pensada sin contradicción, y otras situaciones en las cuales no ocurre esto, pero pueden, sin embargo, ser definidas con sentido cualidades como la energía o el impulso del sistema. Cuanto más apropiado sea a una situación el primer modo de pensar, más inapropiado será el segundo, de tal manera que

(*) THEORIA agradece al gran físico J. Robert Oppenheimer, director de The Institute for Advanced Study, de la Universidad de Princeton, su amabilidad al permitirnos la publicación —en castellano y en inglés, y antes de su edición en otros países— de las dos últimas conferencias sobre el tema “La ciencia y el conocimiento común”, dadas recientemente en las “Reith Lectures” de la BBC de Londres, y que han sido traducidas por nuestro redactor Francisco Pérez Navarro, quien dedica a las mismas, en este número de nuestra revista, un comentario que puede encontrarse en las páginas de notas.

no hay, de hecho, ninguna situación atómica en que el impulso y la posición estén a la vez lo bastante bien definidos para permitir la clase de predicción familiar en la mecánica newtoniana.

No ocurre solamente, que cuando hemos hecho una observación sobre un sistema y determinado, por ejemplo, su posición, no conocemos su impulso. Esto es cierto, pero la verdad es más que esto. Podemos decir que conocemos la posición de aquel sistema y que éste puede tener cualquiera de cierto número de impulsos diferentes. Si tratamos, sobre estas bases, de predecir el comportamiento del sistema, como una especie de comportamiento medio de todos los objetos que tienen la posición medida y que tienen diferentes impulsos no-medidos, e intentamos dar una respuesta media con arreglo a las leyes de Newton, llegamos a un resultado en completo desacuerdo con la naturaleza. Esto se debe a la peculiar propiedad, sin analogía en la mecánica de los grandes objetos, de la interferencia entre ondas que representan las consecuencias de dar por supuesto un impulso u otro. Así pues, no nos está permitido suponer que la posición y la velocidad son atributos de un sistema atómico, algunos de los cuales conocemos y otros pudiéramos conocerlos, pero no lo hacemos. Tenemos que reconocer que el intento de descubrir estos atributos desconocidos nos conduciría a perder los conocidos. Tenemos que reconocer que estamos ante una elección, una disyuntiva que corresponde a los diferentes modos de observar el átomo y experimentar con él.

Un estado de hechos está completamente definido por la naturaleza de la observación y por su resultado. La naturaleza de la observación determina qué propiedades del sistema están bien definidas en el estado y cuáles pobremente. El resultado, a su vez, es la determinación por medidas de las cantidades bien definidas. De este modo, el estado es un resumen simbólico y abstracto, para una exposición general, de la clase de observación que hemos hecho y de lo que hemos encontrado por medio de ella. El dicho estado codifica aquellas características de la situación experimental que son dignas de confianza, en el sentido de que el equipo que usamos recoge algo de lo que sabemos sobre los sistemas atómicos. Describe también aquellas características que son indeterminadas, en el sentido de que no sólo pueden haber sido perturbadas o modificadas, sino que su perturbación no puede ser registrada o controlada sin perder, en el experimento, toda posibilidad de medir lo que se pensaba medir.

Este estado, esta descripción del átomo, no

es el único modo de pensar sobre él. Es el único modo apropiado a la información que tenemos y a los medios que usamos para obtenerla. Es la completa explicación de esta información; y, si el experimento estaba correcta y escrupulosamente hecho, nos dice todo lo que podemos averiguar. No es todo lo que pudiéramos haber averiguado, si hubiéramos elegido un experimento diferente. Es todo lo que podemos averiguar habiendo elegido éste.

Este estado es objetivo. Podemos calcular sus propiedades, reproducirle con átomos similares en otra ocasión, comprobar sus propiedades y sus maneras de cambiar con el tiempo. No hay ningún elemento arbitrario o subjetivo. Una vez hecho el experimento, anotado el resultado y separado el átomo, conocemos su sentido y su consecuencia. Podemos, entonces, olvidar los detalles de cómo adquirimos nuestra información. Sin embargo, aunque el estado del sistema es objetivo, una imagen mecánica de cómo se ha llegado a él no es, en general, posible. Hay un ejemplo destacado de esto, hecho famoso por el importante papel que jugó en las discusiones entre Einstein y Bohr, sobre el sentido y la eficacia de la teoría atómica. Puede ser expuesto con bastante sencillez. Supongamos que tenemos dos objetos. Uno de ellos puede ser un electrón o un átomo, que deseamos estudiar. El otro puede ser un trozo de materia relativamente grande —una pantalla con un agujero, o cualquier otro cuerpo suficientemente pesado para que su movimiento sea despreciable comparado con el del electrón—. Supongamos que obtenemos las medidas del impulso o momento de ambos objetos y los hacemos chocar. El electrón atraviesa el agujero o rebota en el otro cuerpo. Si después del choque medimos el impulso del cuerpo pesado, conoceremos el del electrón, ya que, como la tercera ley de Newton nos enseña, la suma de los impulsos no se altera por el choque. En tal caso, tenemos un estado del electrón de impulso bien definido, con tanta precisión como haya sido la precisión de nuestras medidas. Por otra parte, si observamos la posición del cuerpo pesado, podemos conocer dónde estaba el ligero en el momento del choque, y así tendremos una descripción bastante diferente de su estado, en la cual ha sido bien definida la posición y no el impulso —o, en el lenguaje de ondas, tendremos una onda esférica con su centro en el punto de choque, y no una onda plana con la dirección y la longitud de onda correspondiente al momento—.

Así, pues, tenemos la opción de obtener para el electrón uno u otro de dos estados

completamente distintos, eligiendo lo que observamos del cuerpo pesado con el cual chocó. No estamos, en ningún sentido, alterando físicamente o modificando el electrón; estamos definiendo una parte, aunque en este caso una de las últimas, del procedimiento experimental, la naturaleza misma del experimento en sí. Si no optamos por nada, si dejamos el cuerpo pesado con momento inmedido y posición indefinida, en este caso no sabemos nada en absoluto del electrón. Este no tiene ningún estado, y no estamos preparados para hacer ninguna predicción con sentido de lo que será de él o de lo que encontraríamos si intentáramos otra vez experimentar sobre él. El electrón no puede ser objetivado de una manera independiente de los medios elegidos para observarlo o estudiarlo. La única propiedad que podemos adscribirle sin tales consideraciones es nuestra total ignorancia.

Esto es un aviso tajante de que los modos de pensar sobre las cosas, que parecen naturales e inevitables y aparentan no descansar sobre la experiencia tanto como sobre las cualidades inherentes del pensamiento y de la naturaleza, descansan de hecho en la experiencia; y de que hay partes de la experiencia hechas accesibles por la exploración y el refinamiento experimental, en que estos modos de pensamiento no son ya aplicables.

Es importante recordar que, si un punto de vista mucho más sutil de las propiedades de un electrón en un sistema atómico es necesario para describir la riqueza de experiencia que hemos obtenido en tales sistemas, todo se debe a haber aceptado sin revisión las descripciones tradicionales del comportamiento de los objetos de gran tamaño. Las medidas sobre las que hemos hablado en una forma tan altamente abstracta se reducen, en definitiva, a mirar la posición de un índice, leer la hora en un reloj o discernir las zonas de una placa fotográfica o de una pantalla fosforescente donde aparece un rayo de luz o un área de oscuridad. Todo se debe a reducir la experiencia en los sistemas atómicos al experimento y la observación, manifiestos, seguros y objetivos, del comportamiento de grandes objetos, donde las precauciones y las incertidumbres del dominio atómico no se aplican ya directamente. De la misma forma, los incesantes refinamientos y las revisiones críticas del modo como nos referimos a las partes inaccesibles, remotas o microscópicas, del mundo físico, no afectan directamente al mundo físico familiar de la experiencia común.

El sentido común no se confunde al afir-

mar que tiene una significación, es apropiado y necesario hablar de los objetos grandes de la experiencia diaria como teniendo una velocidad conocida, un lugar conocido y así sucesivamente. El sentido común se equivoca si insiste en que lo familiar debe de reaparecer en lo no-familiar. Se equivoca si nos lleva a esperar que todo país que visitemos sea igual al último país que vimos. El sentido común, como herencia común de milenios de vida en común, nos llevaría al error si olvidáramos las circunstancias a las cuales se había restringido aquella vida en común.

La mala interpretación de estas relaciones ha conducido a los hombres a sacar consecuencias demasiado atrevidas de los nuevos descubrimientos, y particularmente de los efectuados en el dominio atómico. Así, se ha señalado que, puesto que las leyes últimas del comportamiento atómico no son estrictamente causales ni estrictamente deterministas, el famoso argumento de Laplace de un universo completamente determinista no puede ser sostenido. Del mismo modo, algunos creyeron que habían descubierto en el carácter indeterminista y acausal de los acontecimientos atómicos las bases físicas del sentido de libertad que caracteriza la conducta del hombre frente a la decisión y a la responsabilidad.

Con análoga despreocupación se supuso que, de igual manera que el estado de un sistema atómico requiere la observación para su definición, el curso de los fenómenos psicológicos pudiera ser irreversiblemente alterado por el esfuerzo mismo de investigarlos —como los pensamientos del hombre se modifican por el hecho de que los formule y hable de ellos—. El hecho de que la observación pueda cambiar el estado de un sistema atómico no da lugar, naturalmente, a la necesidad de una descripción complementaria. Lo que es decisivo es que si la observación ha de tener sentido, incluirá cualquier análisis o control de aquel cambio.

Empero, esta aplicación errada de los hallazgos de la física atómica a los asuntos humanos no quiere decir que no haya analogías válidas. Estas analogías, por naturaleza, serán menos tajantes, menos convincentes, menos ingeniosas. Se basan en el hecho de que los modos complementarios de pensamiento y las descripciones complementarias de la realidad son una vieja y duradera parte de nuestra tradición. Todo lo más que la experiencia de la física atómica puede hacer en este asunto es proporcionarnos una confirmación, una cierta seguridad, de que esos modos de hablar y de pensar pueden ser

acertados, apropiados, precisos y libres de oscurantismo.

Hay un número de ejemplos que son aclarados y a su vez aclaran la complementariedad de la teoría atómica. Algunos de ellos pertenecen a partes muy diferentes de la vida humana; algunos, a partes más antiguas de la ciencia. Hay uno significativo, en la física misma, por sus puntos de analogía y sus puntos de diferencia. Uno de los mayores triunfos de la física del siglo XIX fué la teoría cinética del calor, la llamada mecánica estadística. Es una interpretación y una deducción de muchas de las propiedades en gran escala y de las tendencias de la materia, de la tendencia, por ejemplo, de los cuerpos que intercambian calor a llegar a una temperatura común, o de la densidad de un gas a ser uniforme en todas las partes de un recipiente, o del trabajo a perderse en calor, o, en general, de todos los procesos irreversibles de la naturaleza, en los cuales la entropía del sistema crece y las formas se hacen más uniformes y menos diferenciadas cuando se las deja desarrollarse por sí mismas.

Los fenómenos a que nos referimos aquí están definidos en términos de temperatura, densidad, presión y otras propiedades en gran escala. La teoría cinética, la mecánica estadística, interpreta el comportamiento de estos sistemas en función de las fuerzas que actúan sobre las moléculas y del movimiento de las moléculas que los componen, los cuales son bastante bien descritos por las leyes de Newton. Pero se trata de una teoría estadística de este movimiento, reconociendo que de hecho no sabemos, y no nos interesan en detalle, las posiciones y las velocidades de las moléculas mismas, sino sólo su comportamiento medio. Interpretamos la temperatura de un gas, por ejemplo, en términos de la energía cinética media de sus moléculas, y la presión como la media de las fuerzas ejercidas por el choque de estas moléculas sobre las paredes del recipiente. Esta descripción en términos de medias, encarnando en ella misma nuestra ignorancia del estado de los detalles, es complementaria, en algún sentido, de la descripción dinámica completa en términos del movimiento de las moléculas individuales. En este sentido, la teoría cinética y la dinámica son complementarias. Una se aplica a una situación en que son conocidos y estudiados los modelos individuales del comportamiento molecular; la otra se aplica a una situación caracterizada, en gran medida, por nuestra ignorancia de estos modelos.

Sin embargo, la analogía con la complementariedad atómica es solamente parcial, ya que no hay nada en la dinámica clásica, oculto

tras la teoría cinética, que nos sugiera que el comportamiento de un gas sería diferente si nos hubiéramos tomado la gran molestia de localizar y medir lo que todas las moléculas estaban haciendo. En tal caso, pudiéramos encontrar poco natural hablar de temperatura, puesto que no necesitaríamos ningún comportamiento medio; tendríamos uno real, pero, aun entonces, podríamos definir la temperatura en términos de la energía total de las moléculas y encontrar que todavía tendía a igualarse entre una parte del sistema y la otra.

Tenemos, por tanto, una situación en la cual hay dos modos de describir un sistema, dos series de conceptos, dos centros de preocupación. Uno es apropiado cuando nos ocupamos de muy pocas moléculas y queremos conocer lo que estas moléculas hacen; el otro es apropiado cuando tenemos una gran masa de materia y solamente observaciones toscas y de gran escala sobre ella.

No hay, sin embargo, ninguna dificultad lógica o intrínseca a la estructura de la física clásica, en combinar ambas descripciones en un único sistema —y la física clásica, repetimos, es adecuada para la mayor parte, si no para todos, de los problemas de mecánica estadística—. No es que no podamos hacer esto sin violar las leyes de la física; es que no tiene sentido hacerlo, pues cada descripción es apropiada a un contexto bastante diferente del otro. Está claro que, si insistimos sobre la descripción detallada del movimiento de las moléculas individuales, las nociones de probabilidad, que se hacen tan esenciales para la comprensión del carácter irreversible de los acontecimientos de la naturaleza, nunca se presentarán. No hubiéramos tenido, como tenemos ahora, la gran concepción de que la dirección del cambio en el mundo es desde lo menos probable a lo más, desde lo más organizado a lo menos, porque sólo hubiéramos podido hablar de un número increíble de órbitas, trayectorias y choques. Sería un gran milagro que, a partir de las ecuaciones de movimiento, las cuales permiten para cada movimiento que las satisface el exactamente opuesto, pudiéramos llegar a un mundo en el cual hay una corriente de cambio, irreversible con el tiempo, inconfundible y familiar en toda nuestra experiencia física.

Considerando las relaciones entre las diferentes ciencias, hay ejemplos similares de puntos de vista complementarios. En muchos casos no está claro si se trata de la clase de complementariedad que tenemos entre las descripciones estadística y dinámica de un gas, un contraste de interés y de terminología —pero no una inaplicabilidad inherente a los

dos modos de hablar—, o si, por el contrario, ocurre como en la física atómica, donde la naturaleza del mundo es tal que los dos modos de descripción no pueden ser aplicados, a la vez, a la misma situación. Cada ciencia tiene su lenguaje propio. Pero existen diccionarios de traducción y éstos señalan una comprensión y una unidad de la ciencia como un todo, las cuales están en continuo crecimiento. No está siempre claro si los diccionarios llegarán a ser completos; entre la física y la química parece que lo son. Todo lo que el químico observa y describe puede ser expresado en los términos de la mecánica atómica y, al menos la mayor parte, puede ser entendido. Sin embargo, nadie afirma que el lenguaje de la física atómica sería útil para tratar con las formas químicas complejas de interés biológico. Más bien, este lenguaje tiende a oscurecer las grandes regularidades de la bioquímica, así como la descripción dinámica de un gas oscurecería su comportamiento termo-dinámico.

El contraste se hace aún más marcado cuando consideramos la descripción físico-química de las formas vivientes. Aquí, a pesar de la milagrosa agudeza de los instrumentos de análisis químico, del extendido uso, no sólo del microscopio, sino del microscopio electrónico para determinar los finos detalles de la estructura biológica, a pesar del uso de trazadores para seguir los cambios en una escala molecular, han surgido dudas de si esta descripción puede, por naturaleza, llegar a ser completa.

La cuestión encierra dos puntos: el primero está relacionado con la imposibilidad de aislar por completo un sistema biológico de su contorno físico sin matarlo; el segundo, con la posibilidad de que un estudio físico-químico realmente completo de las estructuras de los pivotes del proceso biológico —de los genes, digamos, en los núcleos de las células en división— fuera incompatible con el curso inalterado de la vida misma. Parece ser opinión general de los biólogos que ninguna de estas limitaciones resultará decisiva: que será posible una descripción completa de la biología, no sólo en términos de los conceptos de la biología, sino en términos reducibles a los de la física y la química. Ciertamente, realizar este programa lo más posible es una gran parte de la finalidad del progreso biológico y de su atractivo.

Cuestiones análogas parecen mucho más graves, y su respuesta más incierta, cuando pensamos en los fenómenos de la conciencia. A pesar de todos los progresos que se han hecho en la fisiología de los órganos sensoriales y del cerebro, a pesar de nuestro creciente conocimiento de estas intrincadas maravillas,

tanto en su estructura como en su funcionamiento, parece bastante improbable que lleguemos a describir en términos físico-químicos los fenómenos fisiológicos que acompañan a un pensamiento consciente, a un sentimiento, o una volición. Hoy día, el resultado es incierto. Sea el que sea, sabemos que, si tuviéramos un conocimiento del correlato físico de los elementos de conciencia, no sería en sí mismo la descripción apropiada para el propio pensador, para la aclaración de sus pensamientos, la resolución de su voluntad o el gozo de su ojo o de su mente ante las obras bellas. En verdad, una comprensión de la naturaleza complementaria de la vida consciente y de su interpretación física me parece un elemento permanente en el entendimiento humano y una formulación correcta de los puntos de vista históricos llamados paralelismo psicofísico.

Porque dentro de la vida consciente, y en sus relaciones con la descripción del mundo físico, hay también muchos ejemplos. Tenemos la relación entre los lados cognoscitivo y afectivo de nuestras vidas, entre conocimiento o análisis y emoción o sentimiento. Tenemos la relación entre lo estético y lo heroico, entre el sentimiento y la obligación ética, precursora y definidora de la acción. Tenemos la clásica relación entre el análisis de la mismidad de uno, la determinación de los motivos y propósitos de uno, y aquella libertad de elección, aquella libertad de decisión y de acción, las cuales son complementarias de este análisis.

Ya sea que una descripción físico-química de la contrapartida material de la conciencia sea, de hecho, siempre posible, o que la observación fisiológica o psicológica permita siempre, con una confianza relativa, la predicción de nuestro comportamiento en los momentos de decisión y en los momentos de prueba, podemos estar seguros de que estos análisis y estos conocimientos, incluso si existieran, serían tan inapropiados para los actos de decisión y las elecciones de la voluntad, como lo son las trayectorias de las moléculas para la entropía de un gas. Estar afectado por el respeto o el humor, estar movido por la belleza, hacer un propósito o una determinación, entender alguna verdad —éstos son los modos complementarios del espíritu humano—. Todos ellos son parte de la vida espiritual del hombre. Ninguno puede reemplazar a los otros y cuando se requiere a uno de ellos, los otros quedan en suspenso.

Al igual que las partículas α de Rutherford, que fueron para él primeramente un objeto de estudio y después un instrumento de estudio, un instrumento para investigar

otros objetos, nuestros pensamientos y palabras pueden ser la materia de la reflexión y del análisis —por esto, podemos ser introspectivos, críticos y estar llenos de duda—. En otros momentos y en otros contextos, estas mismas palabras, estos mismos pensamientos tomados como instrumentos son el poder del entendimiento humano mismo y los medios de nuestro progreso en el saber.

La riqueza y variedad de la física, la mayor riqueza y variedad de las ciencias naturales tomadas en conjunto, la riqueza más familiar, aunque todavía extraña, y mucho más amplia de la vida del espíritu humano, llegan a una armonía superior, enriquecidas por los modos complementarios, no compatibles simultáneamente, irreducibles uno al otro. Estos son los elementos de la tristeza del hombre y de su esplendor, de su flaqueza y de su poder, de su muerte, de su tránsito y de sus hechos imperecederos.

II

Las ciencias y la comunidad del hombre

En el curso de estas conferencias hemos mirado juntos, durante algunos momentos, el interior de una de las habitaciones de la casa llamada "ciencia". Se trata de una habitación relativamente tranquila que llamamos teoría de los quanta o teoría atómica. Las grandes vigas que forman su armazón, las luces y sombras y los amplios ventanales —esto fué la obra de una generación que nos precedió hace más de dos décadas—. Todo no está tranquilo por completo. Gente joven visita la habitación, estudia en ella y pasa a otras; de cuando en cuando, alguien cambia de sitio un mueble para hacer más armonioso el conjunto; muchos, como nosotros hemos hecho, se esfuerzan en ver a través de sus ventanas o la cruzan como visitantes. No es tan vieja que no podamos oír el ruido de nuevas alas del edificio que se están construyendo a su lado, donde hay hombres que caminan en el vacío, sin estar inconscientes de cuán alto pueden caer, para erigir nuevos andamios. Alrededor de la habitación hay, por todos los lados, talleres laboriosos donde los constructores no dejan de actuar, y cerquísima, en verdad, estamos aquéllos de nosotros que, aprendiendo más de la estructura primordial de la materia, esperamos tener algún día moradas tan bellas y agradables como aquellas

en las cuales pasamos los días de la juventud y de la madurez.

El edificio es, sin duda, vasto. No parece que haya sido construido con arreglo a un plan, sino que ha crecido como crece una gran ciudad. No hay ninguna habitación central, ningún pasillo del que arranquen todos los otros. Rodeando la periferia, hay hombres que trabajan estudiando los dilatados alcances del espacio y la situación de hace billones de años; estudiando los intrincados y sutiles mecanismos, asombrosamente apropiados, por los cuales la vida prolifera, cambia y perdura; estudiando el alcance de la mente y sus modos de conocimiento; penetrando en los átomos y en los átomos dentro de los átomos y en su orden insondable. Es una casa tan extensa, que ninguno de nosotros la conoce e incluso los más afortunados sólo han visto la mayor parte de las habitaciones desde el exterior o en una pasada fugaz, como si fuera el palacio de un rey abierto al público. Es una casa tan extensa, que no se está, ni es necesario estar, de completo acuerdo sobre dónde terminan sus habitaciones y empiezan las de las mansiones vecinas.

No está organizada en una línea, ni en un cuadrado, ni en un círculo, ni en una pirámide, sino en un maravilloso azar que sugiere crecimiento sin fin e improvisación. No es mucha la gente que vive en la casa, relativamente hablando —si contamos todas sus habitaciones y no somos exigentes en cuanto a las condiciones de residencia, quizá un décimo del uno por ciento de la población del mundo; probablemente, con un cómputo razonable, muchísimo menos—. Incluso los que viven en ella viven también en otros sitios, viven en casas donde las habitaciones no llevan la etiqueta de teoría atómica, o genética, o constitución interna de las estrellas, sino nombres bastante diferentes, tales como poder, producción, mal, belleza, historia, niños, la palabra de Dios...

Nosotros entramos y salimos; aun el más asiduo no está ligado a esta vasta estructura. Una cosa encontramos recorriendo la casa: no hay cerraduras, no hay puertas cerradas, dondequiera que vayamos hay señales, y frecuentemente palabras, de bienvenida. Se trata de una casa abierta, franca para todo el que llegue.

Los descubrimientos de la ciencia, las nuevas habitaciones de esta gran casa, han cambiado el modo como los hombres piensan de las cosas fuera de sus paredes. Vislumbramos, ahora, la profundidad en el tiempo y la vastedad en el espacio del mundo físico en que vivimos. La conciencia de cuán larga es nuestra historia y cuán inmenso nuestro cos-

mos nos afecta incluso en meras deliberaciones terrenas. Hemos aprendido, de la historia natural de la tierra y de la historia de la evolución, a tener un sentido de la historia, del tiempo y del cambio. Hemos aprendido a hablar de nosotros mismos y de la naturaleza del mundo y su realidad como de algo no fijado completamente en un instante estático y mudo, sino desarrollándose con novedad y cambio, decadencia y resurgir. Hemos aprendido algo de la armonía interior y de la belleza de culturas primitivas exóticas, y, a través de esto, a ver las cualidades de nuestra propia vida en una perspectiva modificada, reconociendo sus accidentes tanto como sus necesidades intrínsecas. No somos, diría yo, menos patriotas, pero sí patriotas de una forma diferente, ya que amamos lo nuestro y entendemos un poco el amor de los otros por sus tierras y por sus costumbres. Hemos empezado a comprender que no solamente es inteligible la psique del hombre en su vida racional, que incluso en las acciones y los sentimientos de apariencia menos racional podemos descubrir un nuevo orden. Estamos en los principios de una comprensión de qué es lo que hay en el hombre, y mejor en los simples organismos, de verdaderamente heredable, y tenemos, rudimentariamente, los datos de cómo ocurre la herencia. Sabemos, con sorprendente detalle, cuál es la contrapartida física del acto de la visión y de otros modos de percepción. Ninguna de estas nuevas ideas y nuevas comprensiones es tan insignificante o tiene tan poco que ver con el conocimiento que no pueda por sí sola proporcionar un tema apropiado para "Ciencia y Conocimiento Común". Sin embargo, teniendo presente mi limitada área de experiencia, nosotros hemos estado en aquella habitación, de la parte de la casa donde está la Física, en la cual trabajo y enseño desde hace años.

En aquella habitación —en aquella habitación relativamente tranquila donde hemos estado juntos— hemos encontrado cosas bastante extrañas para aquellos que no han estado allí antes, aunque, sin embargo, recuerdan lo que hemos visto en otras casas y conocido en otros días. Hemos visto que en el mundo atómico la experiencia nos ha llevado a usar descripciones e ideas que aplicamos al mundo macrocósmico de la materia, al mundo familiar de la Física de nuestros días de colegial; ideas como posición de un cuerpo, aceleración, impulso y fuerzas que actúan sobre él, ideas como onda e interferencia, ideas como causa y probabilidad. Pero lo que es nuevo, lo que no estaba anticipado hace medio siglo es que, aunque para un sistema atómico hay una aplicabilidad potencial de una

u otra de estas ideas, en cualquier situación real sólo algunos de estos modos de descripción pueden ser actualizados. Esto se debe a que necesitamos tener en cuenta, tanto el sistema atómico que estamos estudiando, como los medios que usamos para observarlo y la adecuación de estos medios experimentales para definir y medir propiedades seleccionadas del sistema. Todos los procedimientos de observación son necesarios para la experiencia total del mundo atómico; todos menos uno son excluidos de cualquier experiencia real. En el ejemplo específico hay un modo apropiado y consistente de describir lo que es la experiencia, lo que implica, lo que predice, y de cómo tratar con sus consecuencias. Pero cualquier ejemplo específico excluye, por su existencia, la aplicación de otras ideas, de otros modos de predicción, de otras consecuencias. Son, decimos, complementarios uno del otro; la teoría atómica es en parte una relación de estas descripciones y en parte un conocimiento de las circunstancias a las cuales se aplica una u otra.

Y así ocurre con la vida del hombre. Puede ser el hombre cualquiera de un número de cosas; no puede ser todas ellas. Puede ser culto, puede ser un poeta, puede ser un creador en una o más de una ciencia; no puede ser todas las clases de hombre o todas las clases de científico, y será afortunado si tiene un poco de familiaridad fuera de la habitación en que trabaja.

Así ocurre con las grandes antinomias que han organizado y, sin embargo, desunido la experiencia del hombre: la antinomia entre el cambio incesante, la maravillosa novedad y el perecer de todas las cosas terrenas y la eternidad inherente a todo ocurrir; la antinomia entre el crecimiento y el orden, entre lo espontáneo, cambiante e irregular y lo simétrico y equilibrado; la antinomia entre la libertad y la necesidad, entre acción, la vida de la voluntad, y observación y análisis, la vida de la razón; entre la pregunta ¿cómo? y la pregunta ¿por qué? y ¿para qué fin?; entre las causas que derivan de la ley natural, de las regularidades invariables del mundo natural y aquellas otras causas que expresan propósito y definen metas y fines.

Así ocurre en la antinomia entre el individuo y la comunidad, el hombre que es un fin en sí mismo y el hombre cuya tradición, cuya cultura, cuyos trabajos, cuyas palabras tienen sentido en relación a otros hombres y en su trato con ellos. Toda nuestra experiencia ha mostrado que no podemos pensar, ni vivir en un sentido verdadero, sin referencia a estos modos antinómicos. No podemos, en ningún sentido, ser a la vez obser-

vadores y actores en un caso específico, so pena de fracasar en ser verdaderamente una u otra cosa. Sin embargo, sabemos que nuestra vida está construida de estos dos modos. Es en parte libre y en parte fatal; es en parte creación y en parte disciplina; es en parte aceptación y en parte esfuerzo. No tenemos reglas escritas que nos asignen a algunos de estos caminos. Sabemos, sin embargo, que sólo locura y muerte de espíritu es el resultado de negar uno u otro, de erigir uno como total y absoluto y hacer los otros derivados y secundarios. Reconocemos esto cuando vivimos como hombres. Hablamos unos con otros, filosofamos, admiramos a los grandes hombres y sus momentos de grandeza, leemos, estudiamos, reconocemos y amamos la feliz unión de lo generalmente incompatible. Con todo esto, aprendemos a utilizar una parte razonable del caudal total de los recursos humanos.

Somos ignorantes en gran medida. Incluso el mejor de nosotros sólo sabe hacer bien muy pocas cosas, y el conocimiento de un hombre, ya se trate de ciencia o de historia, sólo llega a una pequeñísima parte del conocimiento alcanzable de hecho.

El mayor de los cambios que la ciencia ha traído ha sido la agudeza del cambio: la mayor novedad, el alcance de la novedad. Excepto en escasas épocas de gran desastre, las civilizaciones no han conocido nunca tal rápida alteración en las condiciones de su vida, tal rápido florecimiento de multitud de ciencias variadas, tal rápido cambio en las ideas que tenemos sobre el mundo y sobre los otros. Lo que ha sido cierto para un pueblo en los días de un gran desastre o de una gran derrota militar, es verdad para todos nosotros ahora, en el sentido de que nuestros resultados tienen poco de común con nuestros comienzos. Durante nuestra vida, lo que aprendimos en la escuela ha quedado inadecuado por los nuevos descubrimientos y las nuevas invenciones. Los métodos que aprendimos en la niñez son poco adecuados a los problemas con que debemos de enfrentarnos en la madurez.

La noción de conocimiento universal ha sido siempre, de hecho, una ilusión. Pero es una ilusión alimentada por el punto de vista unitario del mundo, en el cual unas pocas grandes verdades centrales determinan todas las otras verdades, en su maravillosa y asombrosa proliferación. Hoy día, no tenemos la tentación de buscar la llave que abra la totalidad del conocimiento humano y de la experiencia del hombre. Sabemos que somos ignorantes. Hemos aprendido bien esto, y en cuanto más segura y profundamente conoce-

mos nuestro propio oficio, más somos capaces de apreciar la completa medida de nuestra ignorancia. Sabemos que hay límites inherentes, mixtificados, sin duda, y exagerados por aquella pereza y aquella complacencia sin las cuales no seríamos hombres.

Pero el conocimiento reposa sobre el conocimiento. Lo que es nuevo adquiere sentido porque se desvía ligeramente de lo que se sabía antes. Este es un mundo de fronteras, donde aun los más activos de los actores u observadores han de estar ausentes de la mayor parte de ellas y la mayor parte del tiempo. Quizá este sentido no fuera tan agudo en la aldea, la aldea que conocemos un poco, pero que probablemente no comprendemos bien; la aldea de cambio lento, aislamiento y cultura fija que evoca nuestra nostalgia, aunque no nuestra completa comprensión. Quizá en las aldeas los hombres no estuvieran tan solitarios. Quizá encontrarán unos en otros una comunidad estable, un caudal de conocimiento estable, creciendo sólo lentamente —un mundo único—. Incluso esto puede ser puesto en duda, porque parece que hay siempre en la cultura de tales tiempos y lugares extensos dominios de misterio, si no incognoscibles, por lo menos imperfectamente conocidos, indefinidos y abiertos.

En cuanto a nosotros mismos, en estos tiempos de cambio, de conocimiento siempre creciente, de poder colectivo e impotencia individual, de heroísmo y de esclavitud, de progreso y de tragedia, nosotros también somos hermanos. Si nosotros, que somos los herederos de dos milenios de tradición cristiana, comprendemos que hemos llegado a ser hermanos por haber sido hijos antes, sabemos también que tenemos un lazo de hermandad con los hombres que nunca han sido, y puede que nunca sean, cristianos en fe. Sabemos esto, no solamente a causa del casi universal ideal de hermandad humana y comunidad humana. Sabemos esto, en primer lugar, a partir de las más modestas, más diversas, más fugaces asociaciones, las cuales son la sustancia de nuestra vida. El ideal de hermandad, el ideal de fraternidad, en el cual todos los hombres, malvados y virtuosos, miserables y afortunados, se agrupan, tiene su contrapartida en la experiencia de comunidades, no ideales, no universales, imperfectas, inestables, tan diferentes del ideal y tan reminiscencia suya como son los ramificados troncos del árbol de la ciencia del ideal dieciochesco de una ciencia unitaria, abarcadora de todo.

Cada uno de nosotros sabe, por propia experiencia, cuánto nos gana en conocimiento en comprensión, en humanidad y en poder

una asociación de hombres, incluso casual y limitada. Cada uno de nosotros ha roto el círculo de hierro de su fracaso por medio de un amigo o de un libro o concertando lo poco que sabemos con lo que otros saben. Cada uno de nosotros ha pedido, ha recibido auxilio y, dentro de nuestra medida, lo ha ofrecido. Cada uno de nosotros conoce la grandiosa nueva libertad, sentida casi como un milagro, que los hombres agrupados para algún propósito limitado experimentan del poder de su esfuerzo común. Es probable que recordemos los tiempos de la última guerra, cuando el peligro común trajo al soldado, al trabajador, al científico y al ingeniero multitud de experiencias nuevas del poder y de la seguridad, incluso en tareas sombrías, que da la vida común y coordinada. Cada uno de nosotros sabe lo mucho que ha sido trascendido por el grupo del cual ha sido o es parte. Cada uno de nosotros ha sentido el consuelo del conocimiento de otros hombres sosteniendo su propia ignorancia o la sabiduría de otros hombres conteniendo su insensatez o el valor de otros hombres respondiendo a sus dudas o a sus flaquezas.

Son las comunidades elásticas, algunas de larga duración si las circunstancias las favorecen —como el partido político o muchos sindicatos—, algunas fugaces e intensas, abarcando solamente un momento de la vida del miembro. Y, en nuestro mundo al menos, se ramifican e improvisan, viviendo y muriendo, creciendo y decayendo, casi como una forma viva. Esto puede ser más verdadero de los Estados Unidos que de cualquier otro país. Cuando De Toqueville visitó nuestra tierra hace más de un siglo, quedó impresionado, en verdad, por los aspectos gallardos y cómicos de ella y comentó la prontitud con que se agrupaban los hombres para fundar una ciudad, para una reforma política, para obtener o intercambiar conocimiento, o con la exclusiva finalidad de juntarse porque se agradaban entre sí o les desagradaba algún otro. Las circunstancias pueden haber exagerado el papel de las sociedades, de las elásticas, aunque bien trabadas, comunidades de los Estados Unidos. Estas comunidades, sin embargo, constituyen una fórmula común de nuestra civilización. Fué la que agrupó a los hombres en la Real Sociedad, en la Academia Francesa, en la Sociedad Filosófica que Franklin fundó, en familia, en equipo, en un buque, en el laboratorio, en casi todos los sitios que no sean un club que se precie de tal.

Tenemos tendencia a pensar que estas comunidades, no menos que otras agrupaciones de mayor extensión, están hechas de individuos, están compuestas de ellos, como un átomo

de sus ingredientes. De análoga forma pensamos en relación a las leyes generales y a las ideas amplias, considerando que están hechas de los ejemplos que las ilustran, de cuya observación las hemos aprendido.

Pero esto no es todo. El acontecimiento individual, el acto, llega mucho más allá que la ley general. Es una especie de intersección de muchas generalidades, la cual las armoniza en un caso como no pueden ser armonizadas generalmente. Nosotros, en cuanto hombres, no somos sólo los ingredientes de nuestras comunidades; somos su intersección, creando una armonía que no existe entre las comunidades, a no ser que nosotros, hombres individuales, podamos crearla y revelarla. Tanto de lo que pensamos —nuestros actos, nuestros juicios de lo bello y de lo verdadero y falso— procede de los compañeros, que si lo quitáramos, el resto no sería ni reconocible ni humano. Somos hombres porque somos partes, pero no solamente partes, de las comunidades. Pretender comprender la hermandad del hombre, solamente en función del hombre individual, es tan poco adecuado como describir las leyes generales, reduciéndolas a sus ejemplos. Hay, en realidad, dos puntos de vista complementarios, irreducibles entre sí, tal como el electrón-onda es irreducible al electrón partícula.

Esto es lo que mitiga nuestra ignorancia. Es cierto que ninguno de nosotros sabe mucho, y que la mayor parte de nosotros llegará al fin de sus días sin entender, en todo su detalle y belleza, ni siquiera las maravillas descubiertas en una única rama de una única ciencia. La mayor parte de nosotros no llegará, incluso, a conocer a nadie miembro de su círculo privado, que tenga tal conocimiento. Pero, aunque estemos seguros de no saber todo y saber, más bien, bastante poco, podemos saber todo lo que el hombre conoce y llegar a averiguar, con suerte y trabajo, cosas que no se conocían antes. Esta posibilidad, la cual es nueva como condición universal de la vida humana, representa hoy una esperanza elevada y concreta, ya que no una realidad. Para nosotros, en Inglaterra y en los Estados Unidos, no es una posibilidad remota o extraña. Es una de las manifestaciones de nuestra creencia en la igualdad, creencia que podríamos describir mejor como un hacerse cargo de una diversidad y de una desigualdad sin precedentes en la distribución de logros, conocimientos, talento y poder.

El acceso abierto al conocimiento, las puertas sin cerrar y las señales de bienvenida son la marca de una libertad tan fundamental como cualquier otra. Dan una libertad de resolver las diferencias por diálogo y, donde el

diálogo no une, dejan a la tolerancia que arregle la diversidad. Esta libertad parece muy poco compatible con la tiranía política moderna. La multitud de comunidades, la asociación libre para el diálogo y para la empresa común son actos de creación. No es, solamente, que sin ellas el individuo sea más pobre; sin ellas, una parte de la vida humana, ni más ni menos fundamental que la individual, se excluye de antemano. Es una especie de juego de palabras cruel y sin gracia que una forma actual tan poderosa de tiranía se llame a sí misma "comunismo", el mismo nombre que en otras épocas evocaba aldeas, hospitalidad campesina, artesanos ordenando sus habilidades, sabios satisfechos del anonimato. Acaso la creencia sistemática de que todas las comunidades son una comunidad, de que toda la verdad es una verdad, de que toda experiencia es compatible con otra cualquiera, de que el conocimiento total es posible, de que todo lo potencial puede existir en acto, sólo puede conducir a un fin maligno. No es éste el camino del hombre; no es éste su destino. Forzarle a seguirle no le hace semejante a aquella imagen divina del omnisciente y todopoderoso, sino al prisionero encadenado sin remisión en un mundo agonizante. La sociedad abierta, el acceso libre al conocimiento, la asociación espontánea y sin trabas de los hombres para su progreso, son las cosas que pueden hacer un mundo grande, complejo, siempre creciente, siempre en movimiento, cada vez más especializado y de mayor perfección técnica y, sin embargo, un mundo de comunidad humana.

Ocurre lo mismo con la unidad de la ciencia —una unidad que es más de objetivos análogos que de un conocimiento total común—. Esta frase un poco ligera, "la unidad de la ciencia", tiende frecuentemente a sugerir un cuadro completamente falso, un cuadro de unas pocas verdades básicas, unas pocas técnicas, críticas, métodos e ideas, de las cuales derivan todos los descubrimientos y conocimientos de la ciencia; algo así como una central eléctrica desde la que podríamos iluminar los átomos y las galaxias, los genes y los órganos sensoriales. La unidad de la ciencia se basa más bien en una comunidad tal como la que he descrito. Todas sus partes están abiertas para todos nosotros, y no se trata de una simple formalidad. La historia de la ciencia es rica en ejemplos de lo fructífero que es hacer coincidir dos series de técnicas, dos series de ideas, desarrolladas en contextos separados, para conseguir una nueva verdad. Las ciencias se fertilizan entre sí; crecen por contacto y por iniciativa común. Una vez

más, esto significa que el científico puede sacar provecho de aprender algo de cualquier otra ciencia; no significa que debe de aprender algo de todas. Quiere decir que la unidad es una unidad potencial, la unidad de las cosas que pueden juntarse y aclararse entre sí. No es una unidad global, total o jerárquica.

Aun en la ciencia, y sin visitar su habitación llamada teoría atómica, se nos recuerda, una y otra vez, los rasgos complementarios de nuestra propia vida, incluso de nuestra vida profesional. No somos nada sin la obra de otros, de nuestros predecesores, nuestros maestros, nuestros contemporáneos. Aun cuando se cree, en la medida de nuestra capacidad y plenitud, una nueva intuición y un nuevo orden, no somos nada sin los otros. Sin embargo, somos más.

Tenemos una dualidad similar en nuestras relaciones con la gran sociedad. Para la sociedad, nuestro trabajo significa muchas cosas: placer, esperamos, para aquellos que lo siguen; instrucción para aquellos que quizá la necesitan; pero también, y bastante más generalmente, significa un poder común, un poder para conseguir aquello que no podría ser conseguido sin conocimiento. Significa la cura de la enfermedad y el alivio del sufrimiento; significa el aligeramiento del trabajo y el ensanche de las fronteras accesibles de la experiencia, de la comunicación y de la instrucción. Significa, terrenamente, el poder de mejoría —enigmática palabra—. Actualmente, nos damos cuenta, con gran inquietud, de que el poder del cambio no es siempre, por necesidad, bueno.

A medida que nuevos instrumentos de guerra, nuevos instrumentos de terror masivo, se añaden a la ferocidad y totalidad de la guerra, comprendemos que es una característica y un problema de nuestra época conseguir armonizar la preocupación humana de mejorar de suerte, de aliviar el hambre, la pobreza y la explotación, preocupación siempre presente, con la urgente necesidad de limitar y, en gran parte, eliminar el recurrir a la violencia organizada entre nación y nación. La destrucción, cada vez más técnica, del espíritu del hombre por el poder de la policía, más malvado si no más terrible que los daños de la propia naturaleza, es otro de los poderes solamente buenos para no usarse jamás.

Consideramos apropiado y justo que el patronazgo de la ciencia por la sociedad se base, en gran parte, en el poder creciente que da el conocimiento. Si nos preocupáramos de que el poder así dado y obtenido se usara con sabiduría y amor a la humanidad, compartiríamos esta preocupación con casi todos. Sa-

bemos también cuán poco del profundo conocimiento nuevo que ha transformado la faz del mundo, que ha cambiado y debe de cambiar más y más profundamente la visión del hombre sobre el mundo, resultó de una búsqueda de fines prácticos o un interés en ejercitar el poder que da el conocimiento. Para la mayoría de nosotros, en la mayoría de las ocasiones en que estamos más libres de corrupción, la belleza del mundo de la naturaleza y de la extraña y sobrecogedora armonía de su orden nos ha sostenido, inspirado y guiado. Esto es lo que debiera de ser. Y si las formas en que la sociedad proporciona y ejerce su patronazgo no dejan estos estímulos fuertes y seguros, nunca dejara de haber nuevo conocimiento, mientras haya hombres.

Sabemos que nuestra obra es a la vez un instrumento y un fin. Un gran descubrimiento es una cosa bella, y nuestra fe —una fe tranquila y que nos dirige— es que el conocimiento es bueno, y bueno en sí mis-

mo. Es también un instrumento; es un instrumento para nuestros sucesores, los cuales lo usarán para investigar en otros lugares y más profundamente; es un instrumento para la técnica, para las artes prácticas y para los negocios del hombre. Nosotros somos a la vez instrumento y fin, descubridores y maestros, actores y espectadores. Sabemos, y esperamos que otros lo sepan, que hay una armonía entre el conocimiento en el sentido de la ciencia, el conocimiento especializado y general que deseamos obtener, y la comunidad del hombre. Nosotros, como todos los hombres, estamos entre los que traen un poco de luz a la abismal oscuridad de la vida del hombre y del mundo. Para nosotros, el movimiento y la eternidad, la especialización y la unidad, el instrumento y el fin, la comunidad y el individuo aislado, complementarios uno del otro, necesitan y definen ambos, nuestra esclavitud y nuestra libertad.