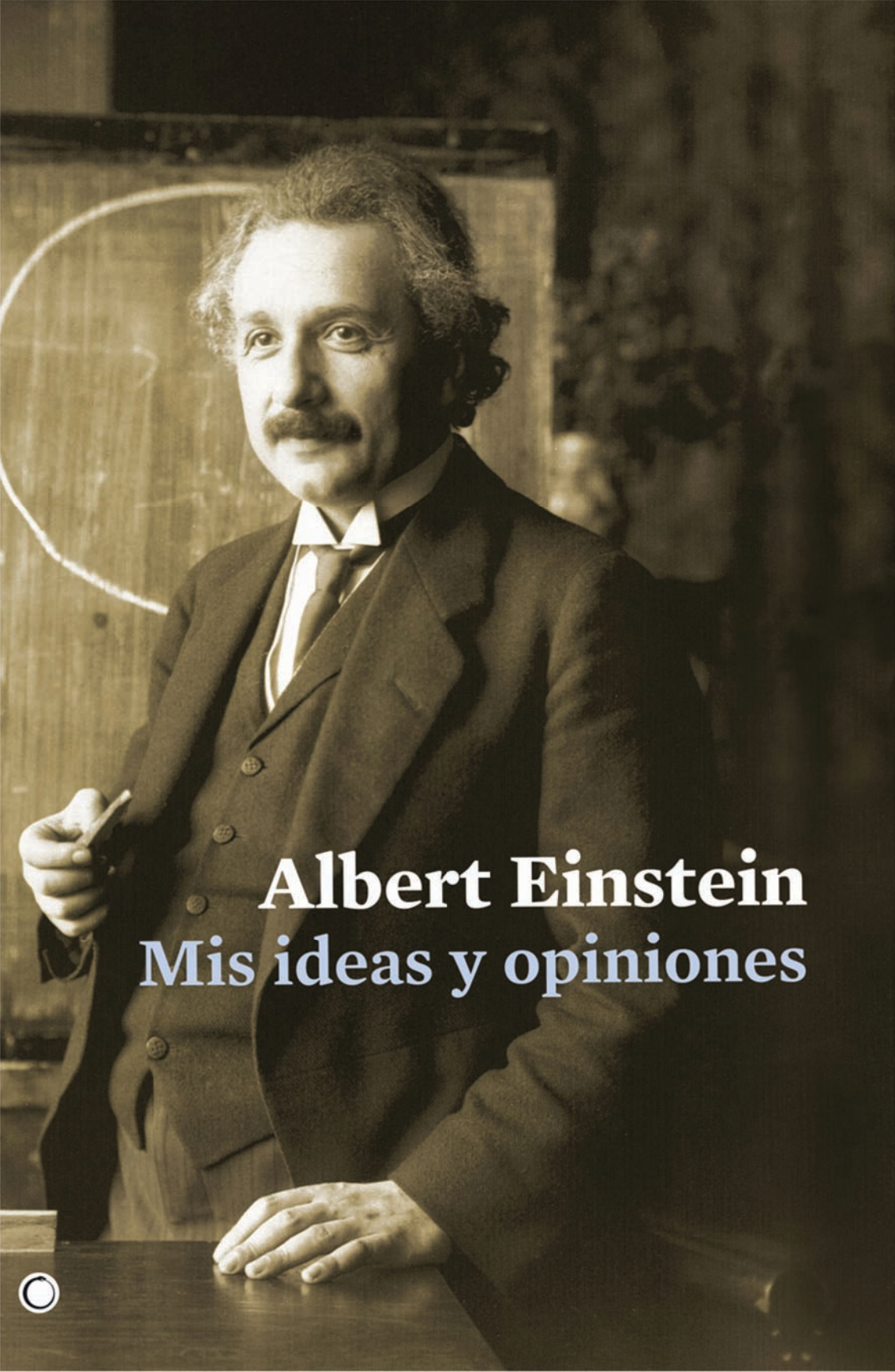


Albert Einstein

Mis ideas y opiniones

MIS IDEAS
Y OPINIONES

MIS IDEAS Y OPINIONES

Albert Einstein

Traducción: José M. Álvarez Flórez
y Ana Goldar

Antoni Bosch editor

Publicado por Antoni Bosch, editor, S.A.
Palafolls, 28 – 08017 Barcelona – España
Tel. (+34) 93 206 07 30
info@antonibosch.com
www.antonibosch.com

Título origunal de la obra:
Ideas and Opinions

© Albert Einstein Archive, Jewish National and University Library, Hebrew University of Jerusalem, Israel.
© 2011 de la edición en español: Antoni Bosch, editor, S.A.
Foto de cubierta: Albert Einstein Archive, Jerusalem. Ferdinand Schmutzer.

ISBN: 978-84-95348-74-6

Diseño de la cubierta: Compañía
Maquetación: Antonia García
Corrección: Gustavo Castaño

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, reprográfico, gramofónico u otro, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Índice

Primera parte

Ideas y opiniones

Paraíso perdido 15
Mis primeras impresiones de Estados Unidos 15
Respuesta a las mujeres de Norteamérica 19
El mundo tal como yo lo veo 19
El significado de la vida 23
El auténtico valor del ser humano 23
Bien y mal 23
Sobre la riqueza 24
Sociedad y personalidad 24
Los entrevistadores 26
Felicitación a un crítico 28
A los colegiales del Japón 28
Mensaje de la cápsula del tiempo 28
Comentarios a la teoría del conocimiento de Bertrand Russell 29
Una inteligencia matemática 35
El estado y la conciencia individual 36
Aforismos para Leo Baeck 37

Sobre la libertad 39
Sobre la libertad académica 39
Fascismo y ciencia 40
Sobre la libertad 41
Discurso al recoger el premio Lord & Taylor 43

Métodos inquisitoriales modernos 44
Derechos humanos 45

Sobre religión 47
Religión y ciencia 47
El espíritu religioso de la ciencia 51
Ciencia y religión 51
Religión y ciencia: ¿irreconciliables? 59
La necesidad de una cultura ética 62

Sobre la educación 65
Cursos universitarios de Davos 65
Profesores y alumnos 66
Educación y educadores 67
Educación y paz mundial 68
Sobre la educación 69
Sobre la literatura clásica 74
Para asegurar el futuro de la humanidad 75
Educación y pensamiento independiente 76

Sobre los amigos 77
Joseph Ropper-Lynkaeus 77
Saludo a George Bernard Shaw 77
En el setenta aniversario del nacimiento de Arnold Berliner 78
La labor de H. A. Lorentz por la causa de la cooperación internacional 79
Discurso ante la tumba de H. A. Lorentz 82
H. A. Lorentz, creador y personalidad 82
En memoria de Marie Curie 85
Mahatma Gandhi 86
En memoria de Max Planck 87
Mensaje en honor de Morris Raphael Cohen 88

Segunda parte

Sobre política, gobierno y pacifismo

La internacional de la ciencia 91
Una despedida 92
El Instituto para la Cooperación Intelectual 93
Reflexiones sobre la crisis de la economía mundial 95
Producción y poder adquisitivo 98
Producción y trabajo 99
Discurso ante una asamblea de estudiantes pacifistas 100
La Conferencia para el Desarme de 1932 102
Estados Unidos y la Conferencia para el Desarme de 1932 106
La cuestión del desarme 108
Del Tribunal de Arbitraje 109
A Sigmund Freud 110
Paz 111
El problema del pacifismo 112
Del servicio militar obligatorio 113
Las mujeres y la guerra 113
Tres cartas a amigos de la paz 114
Pacifismo activo 116
Comentarios sobre la situación actual en Europa 117
Alemania y Francia 117
Cultura y prosperidad 118
Minorías 119
Nosotros, los herederos 119
Se ha ganado la guerra, pero no la paz 120
Guerra atómica o paz 122
La mentalidad militarista 136
Intercambio de correspondencia con miembros de la Academia rusa 138
Al recibir un premio mundial 150
Un mensaje a los intelectuales 151

¿Por qué el socialismo? 155
Seguridad nacional 162
La búsqueda de la paz 164
La cultura ha de ser una de las bases de la comprensión mundial 166
Acerca de la abolición de la amenaza de guerra 168
Síntomas de declive cultural 169

Tercera parte

Acerca del pueblo judío
Carta al profesor doctor Hellpach, Ministro de Estado 173
Carta a un árabe 174
La comunidad judía 176
Discurso sobre la reconstrucción en Palestina 178
«Palestina Trabajadora» 185
Resurgir judío 186
Cristianismo y judaísmo 187
Los ideales judíos 187
¿Existe una concepción judía del mundo? 188
Antisemitismo y juventud académica 189
Nuestra deuda con el sionismo 190
¿Por qué se odia a los judíos? 193
La dispersión del pueblo judío de Europa 200
Los judíos de Israel 202

Cuarta parte

Sobre Alemania
Manifiesto de marzo de 1933 207
Correspondencia con la Academia Prusiana de Ciencias 207
Respuesta de Einstein a la Academia 208

Correspondencia con la Academia Bávara de Ciencias 211
Respuesta a la invitación de participar en una asamblea contra el antisemitismo 212
A los héroes de la batalla del Ghetto de Varsovia 214

QUINTA PARTE

Contribuciones a la ciencia
Introducción 217
Principios de física teórica 220
Principios de investigación 223
¿Qué es la teoría de la relatividad? 227
Geometría y experiencia 232
Sobre la teoría de la relatividad 245
La causa de la formación de meandros en los cursos de los ríos y la denominada ley de Baer 248
La mecánica de Newton y su influencia en el desarrollo de la física teórica 252
Sobre la verdad científica 260
Johannes Kepler 261
La influencia de Maxwell en la evolución de la idea de la realidad física 265
Sobre el método de la física teórica 269
El problema del espacio, el éter y el campo en la física 275
Notas sobre el origen de la teoría de la relatividad general 285
Física y realidad 289
Los fundamentos de la física teórica 323
El lenguaje común de la ciencia 334
$E = mc^2$ 337
Acerca de la teoría de la gravedad generalizada 341

Mensaje a la Sociedad Italiana para el Progreso de la Ciencia 356
En el aniversario de la muerte de Copérnico 359
La relatividad y el problema del espacio 360

Índice analítico 379

Primera parte
Ideas y opiniones

Paraíso perdido

Escrito poco después de fundarse la Sociedad de Naciones en 1919 y publicado originalmente en francés. Publicado también en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1924.

En el siglo XVII, los sabios y artistas de toda Europa estaban aún tan estrechamente unidos por el lazo de un ideal común que los acontecimientos políticos apenas afectaban su cooperación mutua. El uso general de la lengua latina fortalecía aún más su unidad.

Hoy contemplamos aquella situación como un paraíso perdido. Las pasiones nacionalistas han destruido esta comunidad intelectual, y el latín, que en tiempos unió todo aquel mundo, ha muerto. Los intelectuales y los hombres de ciencia han pasado a ser representantes de las tradiciones nacionales más extremas y han perdido aquella idea de comunidad intelectual.

Nos enfrentamos hoy con el triste hecho de que los políticos y los hombres de negocios se han convertido en exponentes de las ideas internacionales. Son ellos quienes han creado la Sociedad de Naciones.

Mis primeras impresiones de Estados Unidos

Entrevista para *Nieuwe Rotterdamsche Courant*, 1921. Publicado en *Berliner Tageblatt*, 7 de julio de 1921.

He de cumplir mi promesa de comentar mis impresiones sobre este país. No me resulta nada fácil. No es fácil adoptar la actitud de observador imparcial cuando le reciben a uno con tanta amabilidad y con un respeto tan inmerecido como se me ha recibido a mí en Norteamérica. En primer lugar, he de decir algo a este respecto.

El culto al individuo es siempre, en mi opinión, injustificado. La naturaleza distribuye, sin duda, sus dones irregularmente entre sus hijos. Pero, gracias a Dios, hay gran cantidad de sujetos bien dotados y estoy firmemente convencido de que la mayoría de ellos viven tranquila y modestamente. Me parece injusto, e incluso de mal gusto, escoger a algunos de ellos para tributarles una admiración sin límites, atribuyéndoles una capacidad mental y una fuerza de carácter sobrehumanas. Ese ha sido mi destino, y el contraste entre la idea generalizada de mi capacidad y mis éxitos y la realidad, es sencillamente grotesco. La conciencia de esta extraña situación resultaría insoportable si no fuese por un agradable consuelo: es un síntoma esperanzador el que una época a la que suele tacharse de materialista transforme en héroes a hombres cuyos objetivos se centran exclusivamente en la esfera moral e intelectual. Esto demuestra que para un gran sector de la especie humana el conocimiento y la justicia están por encima de la riqueza y el poder. Mi experiencia me enseña que esta visión idealista está muy generalizada en Norteamérica, país acusado de ser particularmente materialista. Tras esta digresión, pasaré al tema enunciado con la esperanza de que no se conceda a mi modesto comentario más peso del que merece.

Lo primero que sorprende al visitante es la superioridad de este país en tecnología y organización. Los objetos de uso normal son más sólidos que en Europa, las casas están proyectadas de un modo mucho más práctico. Todo está enfocado a ahorrar trabajo humano. El trabajo es caro, porque el país está poco poblado para sus recursos naturales. El elevado precio del trabajo fue el estímulo que provocó el maravilloso desarrollo de nuevos métodos de trabajo y nuevos instrumentos técnicos. Un ejemplo del extremo opuesto es la superpoblada China, o la India, donde el bajo precio de la fuerza de trabajo ha obstaculizado el desarrollo de la maquinaria. Europa ocupa una posición intermedia. Cuando la máquina adquiere un desarrollo suficientemente grande, acaba siendo más barata que el trabajo barato. Que no olviden esto los fascistas de Europa, que desean, con mezquinos objetivos políticos, que sus países estén

más densamente poblados. Sin embargo, el meticuloso cuidado con que Estados Unidos impide la entrada de artículos extranjeros por medio de aranceles prohibitivos, constituye un extraño contraste, sin duda, con el cuadro general... Pero no debe esperarse que un inocente visitante se devane demasiado los sesos; además, a fin de cuentas, no es absolutamente seguro que cada interrogante planteado admita una respuesta racional.

La segunda cosa que sorprende al visitante es la actitud alegre y positiva hacia la vida. Las caras sonrientes en las fotos son símbolo de uno de los grandes valores de los norteamericanos. El norteamericano es cordial, optimista, confía en sí mismo... y no tiene envidias. A los europeos les resulta fácil y agradable, en general, la relación con los norteamericanos.

Comparado con el norteamericano, el europeo es más crítico, más tímido, menos amable y solícito, más retraído, más selecto en sus diversiones y lecturas, y tiende, en general, a ser un poco pesimista.

Se concede aquí gran importancia a las comodidades materiales de la vida, y a ellas se sacrifican el sosiego, la tranquilidad y la seguridad. El norteamericano vive aún más para sus objetivos, para el futuro, que el europeo. La vida para él siempre está llegando a ser, nunca es. A este respecto, está aún más alejado de los rusos y los asiáticos que el europeo.

Pero hay un aspecto en el que se parece más a los asiáticos que a los europeos: es menos individualista que los europeos..., es decir, desde el punto de vista psicológico, no del económico.

Se hace más hincapié en el «nosotros» que en el «yo». Como consecuencia natural de esto, las costumbres y convenciones sociales tienen mucha fuerza, y hay mucha más uniformidad, tanto en el enfoque de la vida como en las ideas estéticas y morales, entre los norteamericanos que entre los europeos. Este hecho es causa principal de la superioridad de Norteamérica sobre Europa. La cooperación y la división del trabajo resultan más fáciles y producen menos fricciones que en Europa. Tanto en la fábrica y en la universidad como en la beneficencia privada. Este sentido social quizá se deba en parte a la tradición inglesa. En aparente contradicción con lo dicho destaca el hecho de que las actividades del Estado son relativamente limitadas si comparamos con Europa. El europeo se sorprende al descubrir que el telégrafo, el teléfono, los ferrocarriles y

la enseñanza están predominantemente en manos privadas. Esto es posible aquí por esa actitud más social del individuo que he mencionado. Otra consecuencia de esta actitud es que la distribución extremadamente desigual de la propiedad no genera una miseria intolerable. La conciencia social de los ricos está mucho más desarrollada que en Europa. El individuo se considera obligado, como algo natural, a poner una gran parte de su riqueza, y a menudo también de sus propias energías, a disposición de la comunidad; se lo exige imperiosamente la opinión pública, esa fuerza todopoderosa. Por eso pueden dejarse en manos de la iniciativa privada las funciones culturales más importantes y el papel jugado por el Gobierno en este país es relativamente limitado.

El prestigio del Gobierno ha descendido considerablemente, sin duda, con la legislación anti-alcohólica. Nada destruye más el respeto por el Gobierno y por la ley de un país que la aprobación de leyes que no pueden ponerse en ejecución. Es un secreto a voces que el peligroso aumento de la delincuencia en este país se relaciona estrechamente con este hecho.

Creo que además esta legislación socava de otro modo la autoridad del Gobierno. Los bares y tabernas son lugares que proporcionan a la gente la oportunidad de intercambiar puntos de vista e ideas sobre cuestiones públicas. Por lo que he podido ver, en este país se carece de tal posibilidad, y el resultado es que la prensa, controlada en su mayoría por intereses encubiertos, ejerce una influencia excesiva sobre la opinión pública.

La sobreestimación del dinero es aún mayor en este país que en Europa, aunque creo que está disminuyendo. Al menos está empezando a comprenderse que para llevar una vida feliz y satisfactoria no es necesario poseer grandes riquezas.

Respecto a las cuestiones artísticas, me ha impresionado mucho el buen gusto que demuestran los edificios modernos y los objetos de uso corriente. Por otra parte, las artes visuales y la música ocupan muy poco espacio en la vida de la nación, en comparación con Europa.

Siento una profunda admiración por los logros de los institutos de investigación científica norteamericanos. Somos injustos al intentar atribuir la creciente superioridad del trabajo de investigación norteamericano sólo a una mayor riqueza de medios; en su éxito juegan un papel importante la dedicación, la paciencia, el espíritu de camaradería y la capacidad de cooperación.

Una observación más, para terminar. Estados Unidos es hoy el país más poderoso entre los técnicamente avanzados del mundo. Su influencia en la configuración de las relaciones internacionales es inmensa. Pero es un país grande y sus habitantes no han mostrado hasta ahora mucho interés por los grandes problemas internacionales, entre los que ocupa un primer lugar el del desarme. Esto debe cambiar, aunque sólo sea por los propios intereses de Norteamérica. La última guerra ha demostrado que ya no hay barreras entre los continentes y que los destinos de todos los pueblos están estrechamente entrelazados. Los habitantes de este país deben comprender que tienen una gran responsabilidad en la esfera de la política internacional. La actitud de espectador pasivo es indigna de este país y puede llevar, a la larga, a un desastre generalizado.

Respuesta a las mujeres de Norteamérica

Respuesta de Einstein a la propuesta de una organización de mujeres por su visita a Estados Unidos. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Nunca había sufrido un rechazo tan absoluto y enérgico del bello sexo. O, al menos, nunca de tantas mujeres a la vez.

Pero ¿acaso no tienen estas atentas ciudadanas toda la razón? ¿Por qué abrir las puertas del país a una persona que devora a los incorregibles capitalistas con el mismo apetito y gusto con que el minotauro cretense de la antigüedad devoraba lozanas doncellas griegas, y que es, además, lo bastante vil para rechazar toda clase de guerras, salvo la inevitable con la propia esposa? Prestad atención, pues, a vuestras inteligentes y patrióticas mujeres y recordad que el Capitolio de la poderosa Roma se salvó una vez gracias a los graznidos de sus fieles ocas.

El mundo tal como yo lo veo

Publicado por primera vez en *Forum and Century,* vol. 84, p. 193-194, el número 13 de la serie Forum, «Filosofías actuales». Incluido también en *Living Philosophies* (p. 3-7), Nueva York, Simon & Schuster.

¡Qué extraña suerte la de nosotros los mortales! Estamos aquí por un breve período; no sabemos con qué propósito, aunque a veces creemos percibirlo. Pero no hace falta reflexionar mucho para saber, en contacto con la realidad cotidiana, que uno existe para otras personas: en primer lugar para aquellos de cuyas sonrisas y de cuyo bienestar depende totalmente nuestra propia felicidad, y luego, para los muchos, para nosotros desconocidos, a cuyos destinos estamos ligados por lazos de afinidad. Me recuerdo a mí mismo cien veces al día que mi vida interior y mi vida exterior se apoyan en los trabajos de otros hombres, vivos y muertos, y que debo esforzarme para dar en la misma medida en que he recibido y aún sigo recibiendo. Me atrae profundamente la vida frugal y suelo tener la agobiante certeza de que acaparo una cuantía indebida del trabajo de mis semejantes. Las diferencias de clase me parecen injustificadas y, en último término, basadas en la fuerza. Creo también que es bueno para todos, física y mentalmente, llevar una vida sencilla y modesta.

No creo en absoluto en la libertad humana en el sentido filosófico. Todos actuamos no sólo bajo presión externa, sino también en función de la necesidad interna. La frase de Schopenhauer «Un hombre puede hacer lo que quiera, pero no querer lo que quiera», ha sido para mí, desde mi juventud, una auténtica inspiración. Ha sido un constante consuelo en las penalidades de la vida, de la mía y de las de los demás, y un manantial inagotable de tolerancia. El comprender esto mitiga, por suerte, ese sentido de la responsabilidad que fácilmente puede llegar a ser paralizante, y nos impide tomarnos a nosotros y tomar a los demás excesivamente en serio; conduce a un enfoque de la vida que, en concreto, da al humor el puesto que se merece.

Siempre me ha parecido absurdo, desde un punto de vista objetivo, buscar el significado o el objeto de nuestra propia existencia o de la de todas las criaturas. Y, sin embargo, todos tenemos ciertos ideales que determinan la dirección de nuestros esfuerzos y nuestros juicios. En tal sentido, nunca he perseguido la comodidad y la felicidad como fines en sí mismos..., llamo a este planteamiento ético el ideal de la pocilga. Los ideales que han iluminado mi camino y me han proporcionado una y otra vez nuevo valor para afrontar la vida alegremente, han sido Belleza, Bondad y Verdad. Sin un sentimiento de comunidad con hombres de mentalidad similar, sin ocuparme del mundo objetivo, sin el eterno inalcanzable en las tareas del arte y de la ciencia, la vida me habría parecido vacía. Los objetivos tri-

viales de los esfuerzos humanos (posesiones, éxito público, lujo) me han parecido despreciables.

Mi profundo sentido de la justicia social y de la responsabilidad social han contrastado siempre, curiosamente, con mi notoria falta de necesidad de un contacto directo con otros seres humanos y otras comunidades humanas. Soy en verdad un «viajero solitario» y jamás he pertenecido a mí país, a mi casa, a mis amigos, ni siquiera a mi familia inmediata, con todo mi corazón. Frente a todos estos lazos, jamás he perdido el sentido de la distancia y una cierta necesidad de estar solo..., sentimientos que crecen con los años. Uno toma clara conciencia, aunque sin lamentarlo, de los límites del entendimiento y la armonía con otras personas. No hay duda de que con esto uno pierde parte de su inocencia y de su tranquilidad; por otra parte, gana una gran independencia respecto a las opiniones, los hábitos y los juicios de sus semejantes y evita la tentación de apoyar su equilibrio interno en tan inseguros cimientos.

Mi ideal político es la democracia. Que se respete a cada hombre como individuo y que no se convierta a ninguno de ellos en ídolo. Es una ironía del destino el que yo mismo haya sido objeto de excesiva admiración y reverencia por parte de mis semejantes, sin culpa ni mérito míos. La causa de esto quizá sea el deseo, inalcanzable para muchos, de comprender las pocas ideas a las que he llegado con mis débiles fuerzas gracias a una lucha incesante. Tengo plena conciencia de que para que una sociedad pueda lograr sus objetivos es necesario que haya alguien que piense y dirija y asuma, en términos generales, la responsabilidad. Pero el dirigente no debe imponerse mediante la fuerza, sino que los hombres deben poder elegir a su dirigente. Soy de la opinión que un sistema autocrático de coerción degenera muy pronto. La fuerza atrae siempre a hombres de escasa moralidad, y considero regla invariable el que a los tiranos de talento sucedan siempre pícaros y truhanes. Por esta razón, me he opuesto siempre apasionadamente a sistemas como los que hay hoy en Italia y en Rusia. Las causas del descrédito de la forma de democracia que existe hoy en Europa no deben atribuirse al principio democrático en cuanto tal, sino a la falta de estabilidad de los gobiernos y al carácter impersonal del sistema electoral.

Creo, a este respecto, que los Estados Unidos han encontrado el camino justo. Tienen un presidente a quien se elige por un período lo bastante largo y con poder suficiente para ejercer adecuadamente

su cargo. Por otra parte, lo que yo valoro en el sistema político alemán es que ampara mucho más ampliamente al individuo en caso de necesidad o enfermedad. Lo que es realmente valioso en el espectáculo de la vida humana no es, en mi opinión, el estado político, sino el individuo sensible y creador, la personalidad; sólo eso crea lo noble y lo sublime, mientras que el rebaño en cuanto tal se mantiene torpe en el pensamiento y torpe en el sentimiento.

Este tema me lleva al peor producto de la vida de rebaño, al sistema militar, el cual detesto. Que un hombre pueda disfrutar desfilando a los compases de una banda es suficiente para que me resulte despreciable. Le habrán dado su gran cerebro sólo por error; le habría bastado con médula espinal desprotegida. Esta plaga de la civilización debería abolirse lo más rápidamente posible. Ese culto al héroe, esa violencia insensata y todo ese repugnante absurdo que se conoce con el nombre de patriotismo. ¡Con qué pasión los odio! ¡Qué vil y despreciable me parece la guerra! Preferiría que me descuartizasen antes de tomar parte en actividad tan abominable. Tengo tan alta opinión del género humano que creo que este espantajo habría desaparecido hace mucho si los intereses políticos y comerciales, que actúan a través de los centros de enseñanza y de la prensa, no corrompiesen sistemáticamente el sentido común de las gentes.

La experiencia más hermosa que tenemos a nuestro alcance es el misterio. Es la emoción fundamental que está en la cuna del verdadero arte y de la verdadera ciencia. El que no la conozca y no pueda ya admirarse, y no pueda ya asombrarse ni maravillarse, está como muerto y tiene los ojos nublados. Fue la experiencia del misterio (aunque mezclada con el miedo) la que engendró la religión. La certeza de que existe algo que no podemos alcanzar, nuestra percepción de la razón más profunda y la belleza más deslumbradora, a las que nuestras mentes sólo pueden acceder en sus formas más toscas..., son esta certeza y esta emoción las que constituyen la auténtica religiosidad. En este sentido, y sólo en este, es en el que soy un hombre profundamente religioso. No puedo imaginar a un dios que recompense y castigue a sus criaturas, o que tenga una voluntad parecida a la que experimentamos dentro de nosotros mismos. Ni puedo ni querría imaginar que el individuo sobreviva a su muerte física; dejemos que las almas débiles, por miedo o por absurdo egoísmo, se complazcan en estas ideas. Yo me doy por satisfecho con el misterio de la eternidad de la vida y con la conciencia de un

vislumbre de la estructura maravillosa del mundo real, junto con el esfuerzo decidido por abarcar una parte, aunque sea muy pequeña, de la Razón que se manifiesta en la naturaleza.

El significado de la vida

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

¿Qué significado tiene la vida del hombre, o, en realidad, la de cualquier criatura? Tener una respuesta a esta pregunta significa ser religioso. Tú preguntas: «¿Tiene algún sentido, pues, plantear esta pregunta?». Yo contesto: «Aquel que considera su vida y la de sus semejantes carente de sentido, no sólo es desdichado, sino poco hecho para la vida».

El auténtico valor del ser humano

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag; 1934.

El auténtico valor de un ser humano depende, en principio, de en qué medida y en qué sentido haya logrado liberarse del yo.

Bien y mal

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Es justo, en principio, que los más estimados sean aquellos que más han contribuido a elevar al género humano y a elevar la vida humana. Pero si uno pasa a preguntar quiénes son, se encuentra con dificultades nada desdeñables. En el caso de los caudillos políticos, e incluso religiosos, resulta a menudo sumamente dudoso si han hecho más bien que mal. En consecuencia, creo, con toda sinceridad, que el mejor servicio que uno puede prestar al prójimo es el de proporcionarle un trabajo que le estimule positivamente y le eleve así de modo indirecto. Esto se aplica sobre todo a los grandes artistas, pero también, en menor grado, al científico. No son, desde luego,

los frutos de la investigación científica los que elevan al hombre y enriquecen su personalidad, sino el deseo de comprender, el trabajo intelectual, creador o receptivo. No sería razonable, pues, juzgar el valor del Talmud, por ejemplo, por sus frutos intelectuales.

Sobre la riqueza

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Estoy absolutamente convencido de que no hay riqueza en el mundo que pueda ayudar a la humanidad a progresar, ni siquiera en manos del más devoto partidario de tal causa. Sólo el ejemplo de los individuos grandes y puros puede llevarnos a pensamientos y acciones nobles. El dinero sólo apela al egoísmo e invita irresistiblemente al abuso.

¿Puede alguien imaginarse a Moisés, Jesús o Gandhi armados con las bolsas de dinero de Carnegie?

Sociedad y personalidad

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Cuando revisamos nuestras vidas y afanes, pronto advertimos que casi todas nuestras acciones y deseos están ligados a la existencia de otros seres humanos. Percibimos que nuestro carácter es muy parecido al de los animales sociales. Comemos alimentos que otros han producido, vestimos ropas que otros han hecho, vivimos en casas que han construido otros. La mayor parte de nuestros conocimientos y creencias nos han sido comunicados por otras personas por medio de un lenguaje que otros han creado. Nuestra capacidad mental sería pobre, en verdad, sin el idioma; sería comparable a la de los animales superiores. Hemos de admitir, en consecuencia, que debemos nuestra principal ventaja sobre los animales al hecho de vivir en sociedad. Si se dejase solo al individuo desde el nacimiento, se mantendría en un estado primitivo similar al de los animales, en sus pensamientos y sentimientos, hasta un grado difícilmente imaginable. El individuo es lo que es y tiene la importancia que tiene no

tanto en virtud de su individualidad como en virtud de su condición de miembro de una gran comunidad humana, que dirige su existencia espiritual y material de la cuna al sepulcro.

El valor de un hombre para la comunidad depende, en principio, de la medida en que dirija sus sentimientos, pensamientos y acciones a promover el bien de sus semejantes. Podemos llamarle bueno o malo según su posición a este respecto. Parece, a primera vista, como si nuestra valoración de un hombre dependiese por completo de sus cualidades sociales.

Y, sin embargo, tal actitud sería errónea. Es fácil ver que todos los logros valiosos, materiales, espirituales y morales que recibimos de la sociedad, han sido elaborados por innumerables generaciones de individuos creadores. Alguien descubrió en determinado momento el uso del fuego. Otros, el cultivo de plantas comestibles. Otro, la máquina de vapor.

Sólo el individuo puede pensar (y crear así nuevos valores para la sociedad) e incluso establecer nuevas normas morales a las que se adapta la vida de la comunidad. Sin personalidades creadoras capaces de pensar y crear con independencia, el progreso de la sociedad es tan inconcebible como la evolución de la personalidad individual sin el suelo nutricio de la comunidad.

La salud de la sociedad depende, pues, tanto de la independencia de los individuos que la forman como de su íntima cohesión social. Se ha dicho muy razonablemente que la base misma de la cultura greco-europea-americana, y en particular de su brillante florecer en el Renacimiento italiano, que puso fin al estancamiento de la Europa medieval, fue la liberación y la relativa independencia del individuo.

Pensemos ahora en la época en que vivimos. ¿Cómo va la sociedad? ¿Y el individuo? La población de los países civilizados es extremadamente densa si la comparamos con épocas anteriores. Hay en Europa hoy tres veces más personas que hace cien años. Pero el número de personalidades destacadas ha disminuido desproporcionadamente. Las masas sólo conocen a unos cuantos individuos por sus logros creadores. La organización ha ocupado en cierto modo el lugar de esas personalidades destacadas, sobre todo en la esfera técnica, pero también, de modo muy patente, en la científica.

La falta de figuras destacadas es particularmente notable en el campo del arte. La pintura y la música han degenerado claramente

y han perdido en gran medida su atractivo popular. En la política no sólo faltan dirigentes, sino que han disminuido en gran medida el espíritu independiente y el sentido de justicia del ciudadano. El régimen parlamentario democrático, que se basa en esa independencia de espíritu, se ha visto socavado en varios lugares; han surgido dictaduras que son toleradas porque ya no es suficientemente fuerte el sentido de la dignidad y de los derechos del individuo. En cuestión de dos semanas, los periódicos pueden sumergir a las masas borreguiles de cualquier país en un estado de nerviosa furia en que todos están dispuestos a vestir uniforme y matar y morir, en defensa de los sórdidos fines de unos cuantos grupos interesados. El servicio militar obligatorio me parece el síntoma más desdichado de esa falta de dignidad personal que padece hoy la humanidad civilizada. No es extraño que haya tantos profetas que anuncien el inminente eclipse de nuestra civilización. No soy yo tan pesimista; creo que se acercan tiempos mejores. Permitidme que exponga brevemente las razones en las que baso tal confianza.

Estas manifestaciones actuales de decadencia se explican, en mi opinión, por el hecho de que la evolución económica y tecnológica ha intensificado de modo notable la lucha por la existencia, en detrimento, sobre todo, del libre desarrollo del individuo. Pero la evolución de la tecnología significa que el individuo necesita trabajar cada vez menos para satisfacer las necesidades comunitarias. Se hace cada vez más acuciante una división planificada del trabajo, división que producirá la seguridad material del individuo. Esta seguridad y el ahorro de tiempo y energía de que dispondrá el individuo pueden enfocarse hacia el desarrollo de su personalidad. De este modo, la comunidad puede recuperar la salud, y esperamos que futuros historiadores expliquen los síntomas mórbidos de la sociedad actual como enfermedades infantiles de una humanidad en ascenso, debidos enteramente a la velocidad excesiva a la que avanzaba la civilización.

Los entrevistadores

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El que te hagan responsable públicamente de todo lo que has dicho, aún en broma, por un exceso de buen humor o por una cólera

súbita, puede ser sin duda comprometido, aunque sea hasta cierto punto razonable y natural. Pero el que te hagan responsable públicamente de lo que han dicho otros en tu nombre, cuando no puedes defenderte es, sin duda, una triste suerte. «¿Pero a quién le sucede eso?», preguntarás. Pues bien, a todo el que atrae suficiente interés público como para que los periodistas le persigan. Ya veo que sonríes incrédulo, pero yo he tenido suficiente experiencia directa y te hablaré de ello.

Imagínate la siguiente situación: una mañana llega un periodista y te pide, en tono amable y cordial, que le digas algo sobre tu amigo N. Al principio, ante tal propuesta, no hay duda de que fácilmente puedes sentirte indignado. Pero descubres en seguida que no hay escapatoria. Si te niegas a hacer comentarios, ese hombre escribirá: «Le pregunté a uno de los supuestamente mejores amigos de N sobre él. Y este amigo eludió prudentemente mis preguntas. Esto, por sí solo, permite al lector extraer las conclusiones inevitables». No hay, pues, escapatoria, así que proporcionas al periodista la siguiente información: «El señor N es un hombre muy sincero y cordial, muy querido de todos sus amigos. Es una persona capaz de ver siempre el lado positivo de las cosas. Su espíritu emprendedor y su ingenio y su laboriosidad no tienen límites. Consagra a su trabajo todas sus energías. Es hombre devoto a su familia y entrega cuanto posee a su esposa...».

Veamos ahora la versión del periodista: «El señor N no se toma nada en serio y tiene una habilidad especial para hacerse estimar, para lo cual cultiva cuidadosamente una actitud cordial y afable. Es un tal esclavo de su trabajo, que no tiene tiempo para ningún asunto de carácter general o para cualquier actividad mental ajena a su disciplina. Mima increíblemente a su mujer, que le tiene en un puño...».

Un verdadero periodista escribiría algo más sabroso, pero supongo que esto será bastante para uno y para su amigo N. A la mañana siguiente, tu amigo lee en el periódico lo escrito, y algo más del mismo estilo, y su rabia contra ti no tiene límites, por muy animoso y afable que sea. La ofensa que esto constituye para él te produce un dolor indescriptible, sobre todo cuando lo estimas realmente.

¿Cuál es el próximo paso que puedes dar, amigo mío? Si lo sabes, dímelo en seguida para adoptar tu método con toda rapidez.

Felicitación a un crítico

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Ver con los propios ojos, percibir y juzgar sin sucumbir al poder sugestivo de la moda del día, ser capaz de expresar lo que uno ha visto y sentido en una frase sencilla o incluso en una palabra hábilmente aplicada..., ¿no es eso glorioso? ¿No es motivo digno de felicitación?

A los colegiales del Japón

Einstein visitó Japón en 1922. Este mensaje se publicó en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Al enviaros este saludo a vosotros, colegiales japoneses, puedo alegar un derecho especial a hacerlo. He visitado vuestro hermoso país, he visto sus ciudades y casas, sus montañas y bosques, y a los muchachos japoneses que han aprendido a amar a su país por su belleza. Tengo siempre en mi mesa un libro grande lleno de dibujos en color de niños japoneses.

Si recibís mi mensaje desde tan lejos, recordad que la nuestra es la primera época de la historia que establece una relación comprensiva y amistosa entre pueblos de distintas nacionalidades; en épocas anteriores, las naciones se ignoraban entre sí y de hecho se temían y odiaban. Ojalá el espíritu de comprensión fraternal sea cada vez más fuerte entre ellas. Teniendo esto en cuenta, yo, un viejo, os saludo a vosotros, colegiales japoneses, desde muy lejos, y espero que los triunfos y méritos de vuestra generación puedan algún día avergonzar a la mía.

Mensaje de la cápsula del tiempo

Feria Mundial, 1939.

Vivimos una época fecunda en inteligencias creadoras, cuyas creaciones pueden facilitar considerablemente nuestras vidas. Cruzamos los mares mediante energía desarrollada por el hombre, y utiliza-

mos también esa energía para aliviar a la humanidad del trabajo muscular agotador. Hemos aprendido a volar y somos capaces de enviar mensajes y noticias sin dificultad alguna a todos los lugares del mundo, por medio de ondas eléctricas.

Sin embargo, la producción y distribución de bienes está totalmente desorganizada, de modo que todos han de vivir temerosos ante la posibilidad de verse eliminados del ciclo económico, sufriendo así la falta de todo. Además, los habitantes de los distintos países se matan unos a otros a intervalos irregulares, con lo que también por esta razón debe sentir miedo y terror todo el que piense en el futuro. Débese esto al hecho de que la inteligencia y el carácter de las masas son incomparablemente inferiores a la inteligencia y el carácter de los pocos que producen algo valioso para la comunidad. Confío en que la posteridad lea estas afirmaciones con un sentimiento de orgullo y de justificada superioridad.

Comentarios a la teoría del conocimiento de Bertrand Russell

De *The Philosophy of Bertrand Russell*, Vol. V, de «The Library of Living Philosophers», recop. por Paul Arthur Schilpp, 1944.

Cuando el recopilador de este volumen me pidió que escribiese algo sobre Bertrand Russell, mi admiración y respeto por ese autor me indujeron de inmediato a decir que sí. Debo innumerables horas de satisfacción a la lectura de las obras de Russell, cosa que no puedo decir de ningún otro escritor científico contemporáneo, con la excepción de Thorstein Veblen. Pronto descubrí, sin embargo, que era más fácil hacer la promesa que cumplirla. Yo había prometido decir algo sobre Russell como filósofo y epistemólogo. Tras empezar a hacerlo muy confiado, advertí enseguida en qué terreno resbaladizo me había aventurado, pues hasta entonces me había limitado, cautelosamente, por falta de experiencia, al campo de la física. Las actuales dificultades de su ciencia obligan al físico a afrontar problemas filosóficos en grado muy superior a lo que sucedía en anteriores generaciones. Aunque no hablaré aquí de esas dificultades, fue mi preocupación por ellas, más que nada, lo que me llevó a la posición esbozada en este ensayo.

En la evolución del pensamiento filosófico a través de los siglos, ha jugado un papel decisivo la siguiente cuestión: ¿qué conocimien-

to puede proporcionar el pensamiento puro con independencia de la percepción sensorial? ¿Existe tal conocimiento? Si no existe, ¿cuál es exactamente la relación entre nuestro conocimiento y la materia prima que proporcionan las impresiones sensoriales? A estas preguntas, y a algunas otras íntimamente relacionadas con ellas, se corresponde un caos casi infinito de opiniones filosóficas. No obstante, en esta serie de tentativas relativamente estériles pero heroicas, es visible una tendencia evolutiva sistemática que podemos definir como un creciente escepticismo respecto a cualquier tentativa de descubrir, por medio del pensamiento puro, algo sobre el «mundo objetivo», sobre el mundo de las «cosas» frente al mundo de los meros «conceptos e ideas». Digamos entre paréntesis que, lo mismo que haría un verdadero filósofo, utilizo aquí comillas para introducir un concepto ilegítimo, que pido al lector que admita de momento, aunque sea sospechoso a los ojos de la policía filosófica.

Durante la infancia de la filosofía, se creía, en general, que era posible descubrir todo lo cognoscible por medio de la simple reflexión. Era una ilusión fácilmente comprensible si, por un momento, olvidamos lo que hemos aprendido de la filosofía posterior y de las ciencias naturales; no debe sorprendernos el que Platón concediese mayor realidad a las «ideas» que a las cosas empíricamente experimentables. Incluso en Spinoza, y hasta en un filósofo tan moderno como Hegel, fue este prejuicio la fuerza vitalizadora que parece haber jugado el papel decisivo. Alguien podría, sin duda, plantear incluso la cuestión de si, sin participar de esta ilusión, puede lograrse algo realmente grande en el reino del pensamiento filosófico..., pero nosotros no deseamos analizar esta cuestión.

Esta ilusión más aristocrática respecto a la capacidad ilimitada de penetración del pensamiento tiene como contrapartida la ilusión más plebeya del realismo ingenuo, la de que las cosas «son» lo que percibimos que son por nuestros sentidos. Esta ilusión domina la vida diaria de hombres y animales. Es además el punto de partida de todas las ciencias, sobre todo de las ciencias naturales.

Estas dos ilusiones no pueden superarse independientemente. La superación del realismo ingenuo ha sido relativamente fácil. En su introducción a su libro *An Inquiry into Meaning and Truth*, Russell ha delineado este proceso con maravillosa concisión:

> Todos partimos del «realismo ingenuo», es decir, la doctrina de que las cosas son lo que parecen. Creemos que la hierba

> es verde, las piedras duras y la nieve fría. Pero la física nos asegura que el verdor de la hierba, la dureza de las piedras y la frialdad de la nieve no son el verdor, la dureza y la frialdad que conocemos por nuestra propia experiencia, sino algo muy distinto. El observador, cuando piensa que está observando una piedra, está observando en realidad, si hemos de creer a la física, los efectos de la piedra sobre él. La ciencia parece, pues, en guerra consigo misma: cuanto más objetiva pretende ser, más hundida se ve en la subjetividad, en contra de sus deseos. El realismo ingenuo lleva a la física y la física, si es auténtica, muestra que el realismo ingenuo es falso. En consecuencia, el realismo ingenuo, si es verdadero, es falso. En consecuencia, es falso.

Aparte de la magistral formulación, estas líneas dicen algo que a mí nunca se me había ocurrido. En un análisis superficial, el pensamiento de Berkeley y el de Hume parecen oponerse a la forma de pensamiento de las ciencias naturales. Sin embargo, el citado comentario de Russell descubre una conexión: si Berkeley se basa en el hecho de que no captamos directamente las «cosas» del mundo exterior a través de nuestros sentidos, sino que sólo llegan a nuestros órganos sensoriales acontecimientos que tienen una conexión causal con la presencia de las «cosas», nos encontramos con que esto es una consideración cuya fuerza persuasiva emana de nuestra confianza en la forma de pensamiento de la física. En consecuencia, si uno duda de la forma de pensamiento de la física, incluso en sus características más generales, no hay ninguna necesidad de interpolar entre el objeto y el acto de la visión algo que separe objeto de sujeto y haga problemática la «existencia del objeto».

Fue, sin embargo, la misma forma de pensamiento de la física y sus éxitos prácticos quienes socavaron la confianza en la posibilidad de entender las cosas y sus relaciones a través del pensamiento puramente especulativo. Poco a poco, fue admitiéndose la idea de que todo conocimiento de las cosas es exclusivamente una elaboración de la materia prima proporcionada por los sentidos. En esta forma general (y un tanto vagamente formulada a propósito) es muy probable que esta frase sea hoy de aceptación general. Pero no se basa esta idea en el supuesto de que alguien haya llegado a demostrar concretamente la imposibilidad de conocer la realidad por medio de la especulación pura, sino más bien en el hecho de que el proce-

dimiento empírico (en el sentido antes mencionado) ha demostrado que puede por sí solo constituir una fuente de conocimiento. Galileo y Hume fueron los primeros en sostener este principio con absoluta claridad y precisión.

Hume vio que los conceptos que debemos considerar básicos, como por ejemplo la conexión causal, no pueden obtenerse a partir del material que nos proporcionan los sentidos. Esta idea le llevó a una actitud escéptica hacia cualquier tipo de conocimiento. Al leer los libros de Hume uno se asombra de que muchos filósofos posteriores a él, a veces filósofos muy estimados, hayan sido capaces de escribir tantas cosas oscuras e intrincadas e incluso hallar lectores agradecidos. Hume ha influido permanentemente en la evolución de los mejores filósofos posteriores a él. Se le percibe al leer los análisis filosóficos de Russell, cuya inteligencia y sencillez de expresión me lo han recordado muchas veces.

El hombre tiene un profundo anhelo de certeza en sus conocimientos. Por eso parecía tan devastador el claro mensaje de Hume: la materia prima sensorial, la única fuente de nuestro conocimiento, puede llevarnos, por hábito, a la fe y a la esperanza, pero no al conocimiento, y aún menos a la captación de relaciones expresables en forma de Leyes. Luego, salió a escena Kant con una idea que, aunque ciertamente insostenible en la forma en que él la expuso, significaba un paso hacia la solución del dilema de Hume: todo lo que en el conocimiento sea de origen empírico nunca es seguro (Hume). En consecuencia, si tenemos conocimientos ciertos definidos, han de basarse en la razón misma. Así sucede, por ejemplo, con las proposiciones de la geometría y con el principio de causalidad. Estos tipos de conocimiento y otros tipos determinados son, como si dijésemos, una parte de los instrumentos del pensamiento y no han, en consecuencia, de obtenerse previamente a partir de los datos sensoriales. Es decir, son conocimiento *a priori.* Hoy, todo el mundo sabe ya que los mencionados conceptos no contienen nada de la certeza, de la inevitabilidad intrínseca, que les había atribuido Kant. Considero, sin embargo, que de la exposición que hace Kant del problema es correcto lo que sigue. Al pensar, utilizamos, con cierta «corrección», conceptos a los que no hay ningún acceso partiendo de los materiales de la experiencia sensible, si se enfoca la situación desde el punto de vista lógico.

Estoy convencido, en realidad, de que puede afirmarse aún mucho más: los conceptos que surgen en nuestro pensamiento y en

nuestras expresiones lingüísticas son todos (cuando se enfocan lógicamente) creaciones libres del pensamiento que no pueden inducirse a partir de experiencias sensoriales. Esto no se advierte fácilmente porque tenemos el hábito de combinar ciertos conceptos y relaciones conceptuales (proposiciones) tan definidamente con ciertas experiencias sensitivas que no nos damos cuenta del abismo (insalvable desde un punto de vista lógico) que separa el mundo de las experiencias sensibles del mundo de los conceptos y de las proposiciones.

Así, por ejemplo, la serie de los números enteros es sin lugar a dudas un invento del pensamiento humano, un instrumento autocreado que simplifica la ordenación de ciertas experiencias sensoriales. Pero no hay manera alguna de que podamos hacer crecer, como si dijésemos, este concepto directamente de experiencias sensoriales. He elegido deliberadamente el concepto de número, porque pertenece al pensamiento precientífico y porque, a pesar de este hecho, su carácter constructivo es de todos modos fácilmente visible. Pero cuanto más analizamos los conceptos más primitivos de la vida cotidiana, más difícil resulta identificar el concepto entre la masa de hábitos inveterados como una creación independiente del pensamiento. Fue así como pudo surgir la fatídica concepción (fatídica, quiero decir, para una comprensión de las condiciones aquí existentes), según la cual los conceptos nacen de la experiencia a través de la «abstracción», es decir, a través de la omisión de una parte de su contenido. Quiero explicar ahora por qué me parece a mí tan fatídico este concepto.

En cuanto uno se familiariza con la crítica de Hume, puede fácilmente verse inducido a creer que todos los conceptos y proposiciones que no pueden deducirse de la materia prima sensorial deben eliminarse del pensamiento por su carácter «metafísico», pues un pensamiento sólo adquiere contenido material a través de su relación con ese material sensorial. Considero totalmente válida esta última proposición, pero sostengo que la norma de pensamiento que se basa en ella es falsa. Pues nos lleva (si se aplica coherentemente) a rechazar por completo cualquier género de pensamiento por «metafísico».

Con el fin de que el pensamiento no pueda degenerar en «metafísica», o en vana palabrería, basta que haya suficientes proposiciones del sistema conceptual lo bastante firmemente conectadas a

experiencias sensoriales y que el sistema conceptual, por su función de ordenador y supervisor de la experiencia sensitiva, muestre la máxima unidad y parquedad posibles. Además de esto, sin embargo, el «sistema» es (respecto a la lógica) un juego libre con símbolos que siguen unas normas arbitrariamente establecidas (desde el punto de vista lógico). Todo esto es válido tanto (y del mismo modo) para el pensamiento de la vida diaria como para el pensamiento de las ciencias, elaborado de modo más consciente y sistemático.

Se verá así claramente lo que quiero decir si hago la siguiente afirmación: por su incisiva crítica, no sólo imprimió Hume un decisivo avance a la filosofía, sino que además (aun sin culpa suya) creó un peligro para esta disciplina, pues, a causa de su crítica, surgió un fatídico «miedo a la metafísica» que ha llegado a convertirse en una enfermedad de la filosofía empírica contemporánea. Esta enfermedad es la contrapartida del antiguo filosofar en las nubes, que creía poder menospreciar lo que aportaban los sentidos y prescindir de ello.

Por mucho que uno pueda admirar el agudo análisis que Russell nos aporta en su último libro, *Meaning and Truth,* pienso que incluso en este caso se percibe el peso negativo del espectro del miedo metafísico. Este miedo me parece, por ejemplo, la causa de que se conciba el «objeto» como una «masa de cualidades», «cualidades» que deben tomarse de la materia prima sensorial. Ahora bien, el hecho de que se diga que dos cosas sean una y la misma, si coinciden en todas sus cualidades, nos obliga a considerar las relaciones geométricas entre las cosas como cualidades de estas. (De otro modo, nos veríamos obligados a considerar «la misma cosa» la Torre Eiffel de París y un rascacielos neoyorquino.)* No veo, sin embargo, ningún peligro «metafísico» en tomar el objeto, el objeto en el sentido de la física, como un concepto independiente dentro del sistema junto con la estructura espacio-temporal adecuada.

Teniendo todo esto en cuenta, me siento particularmente complacido por el hecho de que, en el último capítulo del libro, resulta por fin que uno no puede, en realidad, arreglárselas sin «metafísica». Lo único que puedo reprochar a este respecto es la mala conciencia intelectual que se percibe entre líneas.

---

* Cotejar con *An Inquiry into Meaning and Truth* de Russell, 119-120, cap. sobre «Nombres propios».

Una inteligencia matemática

Elogio a *An Essay on the Psychology on Invention in the Mathematical Field*, de Jacques S. Hadamard, Princeton University Press, 1945.

Jacques Hadamard, matemático francés, realizó un estudio psicológico con matemáticos para determinar sus procesos mentales. Transcribimos a continuación dos de las preguntas seguidas de las respuestas de Albert Einstein.

Sería de gran ayuda para la investigación psicológica saber qué imágenes internas o mentales, qué genero de «palabras internas» utilizan los matemáticos; si son motrices, auditivas, visuales o mixtas, según el tema que estén estudiando.

Concretamente en el proceso de investigación, ¿las palabras internas, o las imágenes mentales, se presentan a plena conciencia o en el umbral de la conciencia...?

Mi querido colega:

Intento contestar a continuación, brevemente, sus preguntas en la medida en que soy capaz de hacerlo. No me satisfacen mis respuestas y estoy dispuesto a contestar a más preguntas si cree usted que esto pudiera ser útil para la tarea, tan interesante y difícil, que se ha propuesto.

A) Las palabras o el lenguaje, tal como se escriben o hablan, no parecen jugar ningún papel en mi mecanismo mental. Las entidades físicas que al parecer sirven como elementos de pensamiento son ciertos signos y ciertas imágenes más o menos claras, que pueden reproducirse y combinarse «voluntariamente».

Existe, desde luego, una cierta conexión entre esos elementos y conceptos lógicos relevantes. Es evidente también que el deseo de llegar en último término a conceptos relacionados lógicamente es la base emotiva de este juego, más bien vago, con los elementos mencionados. Pero desde un punto de vista psicológico, este juego combinatorio parece ser la característica esencial del pensamiento productivo antes de que haya conexión alguna con una elaboración lógica en palabras u otro tipo de signo comunicable a los demás.

B) Los elementos mencionados son, en mi caso, de tipo visual y algunos de tipo muscular. Los términos convencionales, u otros sig-

nos, han de buscarse, trabajosamente, ya en una etapa secundaria, una vez bien establecido el juego asociativo ya mencionado, cuando puede ya reproducirse a voluntad.

C) De acuerdo con lo dicho, el juego con los mencionados elementos tiende a ser análogo a ciertas conexiones lógicas que uno está buscando.

D) Elementos visuales y motores. Cuando intervienen las palabras, estas son, en mi caso, puramente auditivas, pero sólo intervienen en una segunda etapa, como ya he mencionado.

E) Creo que lo que usted llama conciencia plena es un caso límite que nunca puede alcanzarse totalmente. Esto me parece relacionado con el hecho llamado la estrechez de conciencia (*Enge des Bewusstseins*).

Una observación: el profesor Max Wertheimer se ha propuesto estudiar la diferencia entre mera asociación o combinación de elementos reproductibles y comprensión (*organisches Begreifen*); no puedo juzgar hasta qué punto su análisis psicológico capta la cuestión esencial.

El Estado y la conciencia individual

Carta abierta a la Society for Social Responsability in Science, publicada en *Science*, Vol. 112, 22 de diciembre de 1950, p. 760.

Queridos colegas:

El problema de cómo ha de actuar el hombre si su gobierno prescribe acciones o la sociedad espera un comportamiento que su propia conciencia considera erróneo, es, sin duda alguna, muy antiguo. Es fácil decir que no puede considerarse responsable al individuo por actos ejecutados bajo una presión irresistible, porque el individuo depende plenamente de la sociedad en la que vive y ha de aceptar, en consecuencia, sus normas. Pero la misma formulación de esta idea deja bien patente hasta qué punto tal concepción contradice nuestro sentido de la justicia.

La presión externa puede, en cierta medida, reducir la responsabilidad del individuo, pero eliminarla, nunca. En los juicios de Nuremberg se dio por supuesto este principio. Todo lo moralmente

importante de nuestras instituciones, leyes y costumbres, puede deducirse de la interpretación del sentido de la justicia de innumerables individuos. Las instituciones son impotentes, en un sentido moral, a menos que las apoye el sentido de la responsabilidad de individuos vivos. Todo esfuerzo por elevar y fortalecer este sentido de la responsabilidad del individuo es un importante servicio a la humanidad.

En nuestra época, los científicos y los ingenieros tienen una responsabilidad moral muy especial, porque la creación y perfeccionamiento de instrumentos militares de destrucción generalizada cae dentro de su campo concreto de actividad. Considero, por tanto, que la creación de la Society for Social Responsability in Science satisface una verdadera necesidad. Esta asociación, mediante la discusión de los problemas de su competencia, permitirá al individuo aclarar mejor sus ideas y llegar a una postura definida en cuanto a su propia situación; además, la ayuda mutua es esencial para quienes afrontan dificultades por obrar según su conciencia.

Aforismos para Leo Baeck

De la publicación conmemorativa en dos volúmenes en honor del 80 aniversario del nacimiento de Leo Baeck, 23 de mayo de 1953.

Saludo al hombre que pasa por la vida siempre al servicio del prójimo, sin conocer el miedo, ajeno a toda agresividad y a todo resentimiento. De este material están hechos los grandes caudillos morales que brindan consuelo a la humanidad en las miserias que ella misma crea.

La tentativa de combinar sabiduría y poder ha tenido éxito muy pocas veces, y cuando lo ha tenido, ha sido por muy poco tiempo.

El hombre suele evitar atribuir ingenio a otro... a menos que sea un enemigo.

Pocos son capaces de expresar con ecuanimidad opiniones que difieran de los prejuicios de su entorno social. La mayoría son incapaces, incluso, de elaborarlas.

La primacía de los tontos es insuperable y está garantizada para siempre. Su falta de coherencia alivia, sin embargo, el terror de su despotismo.

Para ser miembro irreprochable de un rebaño de ovejas, uno debe ser, por encima de todo, una oveja.

Los contrastes y contradicciones que pueden convivir pacífica y permanentemente dentro de un cráneo, hacen ilusorios todos los sistemas de los optimistas y pesimistas políticos.

La risa de los dioses hace naufragar a quien intente proclamarse juez en el campo de la Verdad y del Conocimiento.

La alegría de mirar y comprender es el don más hermoso de la naturaleza.

Sobre la libertad

Sobre la libertad académica

Comentario sobre el caso Gumbel, 1931. E. J. Gumbel, profesor de la Universidad de Heidelberg, Alemania, había denunciado valerosamente los asesinatos políticos cometidos por los nazis alemanes y por otros miembros de la extrema derecha. Y a causa de ello fue violentamente atacado, sobre todo por estudiantes derechistas. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Numerosas son las cátedras universitarias, pero pocos los maestros sabios y nobles. Numerosas y grandes son las aulas, pero mucho menos numerosos los jóvenes con verdadera sed de verdad y justicia. Numerosos son los objetos de la naturaleza, pero pocos son sus productos escogidos.

Todos sabemos esto, ¿por qué nos quejamos entonces? ¿No fue siempre así, y no lo será siempre?

Desde luego, y uno debe aceptar lo que la naturaleza le ofrece. Pero existe también algo llamado el espíritu de la época, una actitud mental característica de una generación concreta, que pasa de individuo a individuo y constituye el rasgo distintivo de una sociedad. Todos hemos de poner nuestro grano de arena para cambiar este espíritu de la época.

Comparemos el espíritu que animaba a la juventud de nuestras universidades con el que hoy prevalece. Ellos tenían fe en el progreso y el perfeccionamiento de la sociedad humana, respetaban toda opinión honesta, tenían esa tolerancia por la que han vivido y lucha-

do nuestros grandes talentos. En aquellos tiempos se luchaba por una mayor unidad política que, por entonces, se llamaba Alemania. Era en los estudiantes y en los profesores de las universidades donde estaban vivos estos ideales.

También hoy existe un anhelo de progreso social, de tolerancia y libertad de pensamiento, de una mayor unidad política, que hoy llamamos Europa. Pero los estudiantes de nuestras universidades han dejado de encarnar, como sus profesores, las esperanzas y los ideales del pueblo. Todo el que examine nuestra época con sobriedad y desapasionamiento, debe admitirlo.

Estamos hoy reunidos aquí para reflexionar sobre nosotros mismos. La razón externa de esta reunión es el caso Gumbel. Este apóstol de la justicia ha escrito sobre crímenes políticos impunes con infatigable inteligencia, un gran valor y un ejemplar sentido de la justicia, y ha hecho un señalado servicio a la comunidad con sus libros. Y este es el hombre al que intentan hoy expulsar por todos los medios los estudiantes y buen número de profesores de su universidad.

Es inadmisible que llegue a este punto la pasión política. Estoy seguro de que todos los que lean los libros del señor Gumbel con espíritu abierto sacarán de ellos la misma impresión que saqué yo. Necesitamos hombres como él si queremos construir una sociedad política sana.

¡Que cada cual juzgue por sí mismo, o por sus propias lecturas, no por lo que otros le digan!

Si es así, el caso Gumbel, tras un principio nada edificante, puede resultar aún bueno y positivo.

Fascismo y ciencia

Carta al señor Rocco, ministro de justicia y educación de Mussolini, 1925-1932. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Muy señor mío:

Dos de los hombres de ciencia más eminentes y respetados de Italia han acudido a mí exponiéndome sus problemas de conciencia y pidiéndome le escriba a usted con el objeto de impedir, si es posible, una grave amenaza que pesa sobre los intelectuales y científicos de

Italia. Me refiero al juramento de fidelidad al sistema fascista. Pretendo básicamente con esta petición que tenga usted la bondad de aconsejar al señor Mussolini que ahorre esta humillación a la flor de los intelectuales de Italia.

Por mucho que puedan diferir nuestras ideas políticas, sé que estamos de acuerdo en una cuestión básica: ambos admiramos los triunfos sobresalientes de la inteligencia europea y los consideramos nuestros valores más altos. Estas conquistas se basan en la libertad de pensamiento y enseñanza, en el principio de que el deseo de alcanzar la verdad debe anteponerse a todos los demás. Fue este principio, y sólo él, el que permitió a nuestra civilización iniciar su desarrollo en Grecia y celebrar su resurrección en Italia en el Renacimiento. Hemos pagado por este principio, que es nuestra posesión más valiosa, con la sangre de hombres grandes y puros, verdaderos mártires, por los que Italia aún es hoy amada y reverenciada.

No pretendo discutir con usted qué aspectos de la libertad humana puedan limitarse con el justificante de la razón de Estado. Pero la búsqueda de la verdad científica, al margen de los intereses prácticos de la vida cotidiana, es algo que todo gobierno debería considerar sagrado, y, en interés de todos, debería dejarse trabajar en paz a los honrados servidores de la verdad. Esto va también, sin duda alguna, en interés del Estado italiano y de su prestigio a los ojos del mundo.

Sobre la libertad

De *Freedom, its meaning*, recopilado por Ruth Nanda Anshen, Nueva York: Harcourt, Brace, and Company, 1940.

Sé que es empresa inútil discutir sobre juicios de valor fundamentales. Si alguien aprueba, por ejemplo, como objetivo, la erradicación del género humano de la Tierra, nadie puede refutar tal punto de vista sobre bases racionales. Pero si hay acuerdo sobre ciertos objetivos y valores, uno puede discutir racionalmente sobre los medios por los que pueden alcanzarse estos objetivos. Indiquemos, pues, dos objetivos sobre los que quizás estén de acuerdo casi todos los que lean estas líneas.

l. Los bienes instrumentales destinados a sustentar la vida y la salud de todos los seres humanos, deberían producirse con el mínimo trabajo posible.

2. La satisfacción de las necesidades físicas es sin duda la condición previa indispensable de una existencia satisfactoria, pero no es suficiente por sí sola. Para que los hombres estén satisfechos deben tener también la posibilidad de desarrollar su capacidad intelectual y artística de acuerdo con sus características y posibilidades personales.

El primero de estos dos objetivos exige la difusión de todos los conocimientos relacionados con las leyes de la naturaleza y de los procesos sociales, es decir, el estímulo de todas las investigaciones científicas. Pues la tarea científica es un conjunto natural, cuyas partes se apoyan mutuamente de forma que nadie puede, en realidad, prever. Sin embargo, el progreso de la ciencia exige que sea posible la difusión sin restricciones de opiniones y resultados: libertad de expresión y de enseñanza en todos los campos de actividad intelectual. Por libertad entiendo condiciones sociales de tal género que el individuo que exponga opiniones y afirmaciones sobre cuestiones científicas e intelectuales, de carácter general y particular, no corra por ello peligros o riesgos graves. Esta libertad de comunicación es indispensable para el desarrollo y crecimiento de los conocimientos científicos, una consideración de gran importancia práctica. En primer lugar, debe garantizarla la ley. Pero las leyes solas no pueden asegurar la libertad de expresión; para que un hombre pueda exponer sus puntos de vista sin sufrir castigo, debe haber espíritu de tolerancia en toda la sociedad. Un ideal de libertad externa como este jamás se logrará de modo pleno, pero debe perseguirse con denuedo si queremos que avance lo más posible el pensamiento científico, y el pensamiento filosófico y creador en general.

Para alcanzar el segundo objetivo, es decir, que sea posible el desarrollo espiritual de todos los individuos, hace falta un segundo género de libertad exterior. El individuo no ha de tener que trabajar tanto para cubrir sus necesidades vitales que no le queden fuerzas ni tiempo para actividades personales. Sin este segundo tipo de libertad externa, de nada le servirá la libertad de expresión. El progreso tecnológico haría posible este tipo de libertad si se lograse una división nacional del trabajo.

La evolución de la ciencia y de las actividades creadoras del espíritu en general, exige otro tipo de libertad, que puede calificarse de libertad interna. Es esa libertad de espíritu que consiste en pensar con independencia de las limitaciones de los prejuicios autoritarios y sociales así como frente a la rutina antifilosófica y al hábito embrutecedor en general. Esta libertad interna es un raro don de la naturaleza y un objetivo digno para el individuo. Sin embargo, la comunidad puede hacer también mucha labor de estímulo en este sentido, como mínimo no poniendo trabas. Las escuelas y los sistemas de enseñanza pueden obstaculizar el desarrollo de la libertad interna con influencias autoritarias o imponiendo a los jóvenes cargas espirituales excesivas; las instituciones de enseñanza pueden, por otra parte, favorecer esta libertad fomentando el pensamiento independiente. Sólo si se persiguen constante y conscientemente la libertad interna y la libertad externa existe posibilidad de progreso espiritual y de conocimiento y con ello de mejorar la vida externa e interna del hombre.

Discurso al recoger el premio Lord & Taylor

Emitido por radio, 4 de mayo de 1953.

Acepto gustoso este premio como expresión de un sentimiento afectuoso. Me produce un gran placer, desde luego, ver que se aplaude cálidamente la obstinación de un inconformista incorregible. Nos interesa aquí, claro, el inconformismo en un campo de actividad un tanto remoto, y ningún comité senatorial ha sentido hasta ahora deseos de emprender la importante tarea de combatir, también en este campo, los peligros que amenazan la seguridad interna del ciudadano ignorante o amedrentado.

En cuanto a las palabras de cálido elogio que me han prodigado, procuraré no discutirlas. ¿Quién cree aún que exista la modestia auténtica? Correría el riesgo de que me considerasen sencillamente un viejo hipócrita. Comprenderán, sin duda, que no tengo valor suficiente para afrontar tal peligro.

Lo único que cabe, en consecuencia, es confirmar mi gratitud.

Métodos inquisitoriales modernos

Carta a William Frauenglass, profesor de Brooklyn, Nueva York, que se negó a declarar ante un comité del Congreso norteamericano, publicada el 12 de junio de 1953 en el *New York Times*.

16 de mayo de 1953

Querido señor Frauenglass:

Gracias por su nota. Por «campo remoto» me refiero a los fundamentos teóricos de la física.

El problema con que se enfrentan los intelectuales de este país es muy grave. Los políticos reaccionarios han logrado que el público sospeche de cualquier empresa intelectual, cegándole con la amenaza de un peligro exterior. Como han tenido éxito hasta ahora, han pasado ya a limitar la libertad de enseñanza y a privar de sus puestos a todos aquellos que no se muestran sumisos, es decir, a matarles de hambre.

¿Qué debe hacer contra este peligro la minoría de los intelectuales? Sinceramente, no veo más sistema que el método revolucionario de no cooperación, en el sentido de Gandhi. Todo intelectual al que convoque uno de esos comités, debe negarse a declarar. Es decir, debe estar dispuesto a ir a la cárcel y a correr el riesgo de la ruina económica, a sacrificar, en suma, su bienestar personal en pro del bienestar cultural de su país.

Esta negativa a declarar no debe basarse, sin embargo, en el conocido subterfugio de invocar la Enmienda Quinta de la Constitución por la posibilidad de autoacusación, sino en la afirmación de que es vergonzoso para un ciudadano sin tacha someterse a ese procedimiento inquisitorial, y que ese procedimiento viola el espíritu de la Constitución.

Si hay bastantes individuos dispuestos a dar este grave paso, se conseguirá el triunfo. Si no, los intelectuales de este país sólo merecerán la esclavitud que se proyecta para ellos.

P.D. Esta carta no es necesario que se considere «confidencial».

Derechos humanos

Discurso ante la Chicago Decalogue Society, 20 de febrero de 1954.

Señoras y señores:

Se han reunido ustedes hoy para dedicar su atención al problema de los derechos humanos; y han decidido ofrecerme un premio con este motivo. Cuando me enteré de ello, me deprimió un poco su decisión. ¿En qué desdichada situación, pensé, debe hallarse una comunidad para no dar con un candidato más adecuado a quien otorgar esta distinción?

He dedicado, durante una larga vida, todas mis facultades a lograr una visión algo más profunda de la estructura de la realidad física. Jamás he hecho esfuerzo sistemático alguno para mejorar la suerte de los hombres, para combatir la injusticia y la represión, y para mejorar las formas tradicionales de las relaciones humanas.

Sólo hice esto: con largos intervalos, expresé mi opinión sobre cuestiones públicas siempre que me parecieron tan desdichadas y negativas que el silencio me habría hecho sentir culpable de complicidad.

La existencia y la validez de los derechos humanos no están escritas en las estrellas. Los ideales sobre el comportamiento mutuo de los seres humanos y la estructura más deseable de la comunidad, los concibieron y enseñaron individuos ilustres a lo largo de toda la historia. Estos ideales y creencias derivados de la experiencia histórica, el anhelo de belleza y armonía, han sido aceptados de inmediato en teoría por el hombre... y pisoteados siempre por la misma gente bajo la presión de sus instintos animales. Una gran parte de la historia la cubre por ello la lucha en pro de esos derechos humanos, una lucha eterna en la que no habrá nunca una victoria definitiva. Pero desfallecer en esa lucha significaría la ruina de la sociedad.

Al hablar hoy de derechos humanos, nos referimos primordialmente a los siguientes derechos básicos: protección del individuo contra la usurpación arbitraria de sus derechos por parte de otros, o por el gobierno; derecho a trabajar y a recibir unos ingresos adecuados por su trabajo; libertad de discusión y de enseñanza; participación adecuada del individuo en la formación de su gobierno. *Estos* derechos humanos se reconocen hoy teóricamente, pero, mediante

el uso abundante de maniobras legales y formalismos, resultan violados en una medida mucho mayor, incluso, que hace una generación. Hay, además, otro derecho humano que pocas veces se menciona pero que parece destinado a ser muy importante: es el derecho, o el deber, que tiene el individuo de no cooperar en actividades que considere erróneas o perniciosas. A este respecto, debe ocupar un lugar preferente la negativa a prestar el servicio militar. He conocido casos de individuos de excepcional fortaleza moral y gran integridad que han chocado por ese motivo con los órganos del Estado. El juicio de Nuremberg contra los criminales de guerra alemanes se basaba tácitamente en el reconocimiento de este principio: no pueden excusarse los actos criminales aunque se cometan por orden de un gobierno. La conciencia está por encima de la autoridad de la ley del Estado.

La lucha de nuestra época gira primordialmente en torno a la libertad de ideas políticas y a la libertad de debate, así como de la libertad de investigación y de enseñanza. El miedo al comunismo ha llevado a prácticas que han llegado a ser incomprensibles para el resto de la humanidad civilizada y que exponen a nuestro país al ridículo. ¿Hasta cuándo toleraremos que políticos, hambrientos de poder, intenten obtener ventajas políticas de ese modo? A veces, parece que la gente ha perdido su sentido del humor hasta el punto de que ese dicho francés «el ridículo mata» haya perdido ya su validez.

Sobre religión

Religión y ciencia

Escrito expresamente para el *New York Times Magazine*. Publicado el 9 de noviembre de 1930 (pp. 1-4). El texto alemán fue publicado en el *Berliner Tageblatt*, el 11 de noviembre de 1930.

Todo lo que ha hecho y pensado la especie humana se relaciona con la satisfacción de necesidades profundamente sentidas y con el propósito de mitigar el dolor. Uno ha de tener esto constantemente en cuenta si desea comprender los movimientos espirituales y su evolución. Sentimiento y anhelo son la fuerza motriz que hay tras todas las empresas humanas y todas las creaciones humanas, por muy excelsas que se nos quieran presentar. Pero ¿cuáles son los sentimientos y las necesidades que han llevado al hombre al pensamiento religioso y a creer en el sentido más amplio de estos términos? Un poco de reflexión bastará para darnos cuenta de que presidiendo el nacimiento del pensamiento y la experiencia de lo religioso están las emociones más variadas.

En el hombre primitivo, es sobre todo el miedo el que produce ideas religiosas: miedo al hambre, a los animales salvajes, a la enfermedad, a la muerte. Como en esta etapa de la existencia suele estar escasamente desarrollada la comprensión de las conexiones causales, el pensamiento humano crea seres ilusorios más o menos análogos a sí mismo de cuya voluntad y acciones dependen esos acontecimientos sobrecogedores. Así, uno intenta asegurarse el favor de

tales seres ejecutando actos y ofreciendo sacrificios que, según la tradición transmitida a través de generaciones, les hacen mostrarse propicios y bien dispuestos hacia los mortales. En este sentido, hablo yo de una religión del miedo. Esta, aunque no creada por los sacerdotes, se halla en un grado notable afianzada por la formación de una casta sacerdotal que se erige como mediadora entre el pueblo y los seres a los que el pueblo teme, y logra sobre esta base una hegemonía. En muchos casos, un caudillo o dirigente o una clase privilegiada cuya posición se apoya en otros factores, combina funciones sacerdotales con su autoridad secular a fin de reforzarla; o hacen causa común con la casta sacerdotal para defender sus intereses.

Los impulsos sociales son otra fuente de cristalización de la religión. Padres y madres y dirigentes de las grandes comunidades humanas son mortales y falibles. El deseo de guía, de amor y de apoyo empuja a los hombres a crear el concepto social o moral de Dios. Este es el Dios de la Providencia, que protege, dispone, recompensa y castiga; el Dios que, según las limitaciones de enfoque del creyente, ama y protege la vida de la tribu o de la especie humana e incluso la misma vida; es el que consuela de la aflicción y del anhelo insatisfecho; el que custodia las almas de los muertos. Esta es la concepción social o moral de Dios.

Las Sagradas Escrituras judías ejemplifican admirablemente la evolución de la religión del miedo a la religión moral, evolución que continúa en el Nuevo Testamento. Las religiones de todos los pueblos civilizados, especialmente los pueblos del Oriente, son primordialmente religiones morales. El paso de una religión del miedo a una religión moral es un gran paso en la vida de los pueblos. Y sin embargo, el que las religiones primitivas se basen totalmente en el miedo y las de los pueblos civilizados sólo en la moral es un prejuicio frente al que hemos de ponernos en guardia. La verdad es que en todas las religiones se mezclan en cuantía variable ambos tipos, con esa diferenciación: que en los niveles más elevados de la vida social predomina la religión de la moral.

Común a todos estos tipos de religión, es el carácter antropomórfico de su concepción de Dios. En general, sólo individuos de dotes excepcionales, y comunidades excepcionalmente idealistas, se elevan en una medida considerable por encima de este nivel. Pero hay un tercer estadio de experiencia religiosa común a todas ellas, aun-

que raras veces se halle en una forma pura: lo llamaré sentimiento religioso cósmico. Es muy difícil explicar este sentimiento al que carezca por completo de él, sobre todo cuando de él no surge una concepción antropomórfica de Dios.

El individuo siente la inutilidad de los deseos y los objetivos humanos y el orden sublime y maravilloso que revela la naturaleza y el mundo de las ideas. La existencia individual le parece una especie de cárcel y desea experimentar el universo como un todo único y significativo. Los inicios del sentimiento religioso cósmico aparecen ya en una etapa temprana de la evolución, por ejemplo, en varios de los salmos de David y en algunos textos de los profetas. El budismo, como hemos aprendido gracias sobre todo a las maravillosas obras de Schopenhauer, tiene un contenido mucho más rico aún en este sentimiento cósmico.

Los genios religiosos de todas las épocas se han distinguido por este sentimiento religioso especial, que no conoce dogmas ni un Dios concebido a imagen del hombre; no puede haber, en consecuencia, iglesia cuyas doctrinas básicas se apoyen en él. Por tanto, es precisamente entre los herejes de todas las épocas donde encontramos hombres imbuidos de este tipo superior de sentimiento religioso, hombres considerados en muchos casos ateos por sus contemporáneos, y a veces considerados también santos. Si enfocamos de este modo a hombres como Demócrito, Francisco de Asís y Spinoza, veremos que existen entre ellos profundas relaciones.

¿Cómo puede comunicar y transmitir una persona a otra este sentimiento religioso cósmico, si este no puede engendrar ninguna noción definida de un Dios y de una teología? Según mi opinión, la función más importante del arte y de la ciencia es la de despertar este sentimiento y mantenerlo vivo en quienes son receptivos a él.

Llegamos así a una concepción de la relación entre religión y ciencia muy distinta de la habitual. Cuando uno enfoca la cuestión históricamente, tiende a considerar ciencia y religión antagonistas irreconciliables, y por una razón de lo más evidente. El individuo que está totalmente imbuido de la aplicación universal de la ley de la causalidad no puede ni por un instante aceptar la idea de un ser que interfiera en el curso de los acontecimientos..., siempre, claro está, que se tome la hipótesis de la causalidad verdaderamente en serio. Para él no tiene ningún sentido la religión del miedo y lo tiene muy escaso la religión moral o social. Un Dios que premia y castiga

es inconcebible para él por la simple razón de que las acciones del hombre vienen determinadas por la necesidad, externa e interna, por lo que no puede ser responsable, a los ojos de Dios, lo mismo que no lo es un objeto inanimado de los movimientos que ejecuta. Se ha acusado, por ello, a la ciencia de socavar la moral, pero la acusación es injusta. La conducta ética de un hombre debería basarse en realidad en la compasión, la educación y los lazos y necesidades sociales; no hace falta ninguna base religiosa. Triste sería la condición del hombre si tuviese que contenerse por miedo al castigo y por la esperanza de una recompensa después de la muerte.

Es, por tanto, fácil ver por qué las iglesias han combatido siempre a la ciencia y perseguido a los que se consagran a ella. Por otra parte, yo sostengo que el sentimiento religioso cósmico es el motivo más fuerte y más noble de la investigación científica. Sólo quienes entienden los inmensos esfuerzos y, sobre todo, esa devoción sin la cual sería imposible el trabajo innovador en la ciencia teórica, son capaces de captar la fuerza de la única emoción de la que puede surgir tal empresa, siendo como es algo alejado de las realidades inmediatas de la vida. ¡Qué profundos debieron ser la fe en la racionalidad del universo y el anhelo de comprender, débil reflejo de la razón que se revela en este mundo, que hicieron consagrar a un Kepler y a un Newton años de trabajo solitario a desentrañar los principios de la mecánica celeste! Aquellos cuyo contacto con la investigación científica se deriva principalmente de sus resultados prácticos es fácil que se hagan una idea totalmente errónea de la mentalidad de los hombres que, en un mundo escéptico, han mostrado el camino a espíritus similares a ellos, esparcidos a lo largo y ancho del mundo y de los siglos. Sólo quien ha dedicado su vida a fines similares puede tener idea clara de lo que inspiró a esos hombres y les dio la fuerza necesaria para mantenerse fieles a su objetivo a pesar de innumerables fracasos. Es el sentimiento religioso cósmico lo que proporciona esa fuerza al hombre. Un contemporáneo ha dicho, con sobradas razones, que en estos tiempos materialistas que vivimos la única gente profundamente religiosa son los investigadores científicos serios.

El espíritu religioso de la ciencia

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Difícilmente encontraréis entre los talentos científicos más profundos, uno solo que carezca de un sentimiento religioso propio. Pero es algo distinto a la religiosidad del lego. Para este último, Dios es un ser de cuyos cuidados uno espera beneficiarse y cuyo castigo teme; una sublimación de un sentimiento similar al del hijo hacia el padre, un ser con quien uno mantiene, como si dijésemos, una relación personal, aunque pueda estar profundamente teñida de temor reverente.

Pero el científico está imbuido del sentimiento de la causalidad universal. Para él, el futuro es algo tan inevitable y determinado como el pasado. En la moral no hay nada divino; es un asunto puramente humano. Su sentimiento religioso adquiere la forma de un asombro extasiado ante la armonía de la ley natural, que revela una inteligencia de tal superioridad que, comparados con ella, todo el pensamiento y todas las acciones de los seres humanos no son más que un reflejo insignificante. Este sentimiento es el principio rector de su vida y de su obra, en la medida en que logre liberarse de los grilletes del deseo egoísta. Es sin lugar a dudas algo estrechamente emparentado con lo que poseyó a los genios religiosos de todas las épocas.

Ciencia y religión

La parte I procede de un discurso pronunciado en el Seminario Teológico de Princeton, el 19 de mayo de 1939; publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York, Philosophical Library, 1950. La parte II de *Science, Philosophy and Religion*, simposio publicado por la *Conference on Science, Philosophy and Religion in Their Relation to the Democratic Way of Life*. Nueva York, 1941.

I

Durante el siglo pasado, y parte del anterior, se sostuvo de modo generalizado que existía un conflicto insalvable entre ciencia y fe. La opinión predominante entre las personas de ideas avanzadas era que había llegado la hora de que el conocimiento, la ciencia, fuese

sustituyendo a la fe; toda creencia que no se apoyase en el conocimiento era superstición, y, como tal, había que combatirla. Según esta concepción, la educación tenía como única función la de abrir el camino al pensamiento y al conocimiento, y la escuela, como órgano destacado en la educación del pueblo, debía servir exclusivamente este fin.

Probablemente sea difícil encontrar, si se encuentra, una exposición tan tosca del punto de vista racionalista; toda persona sensata puede ver de inmediato lo unilateral de esta exposición. Pero es aconsejable también exponer una tesis de forma nítida y concisa si uno quiere aclarar sus ideas respecto a la naturaleza de esa tesis.

No hay duda de que el mejor medio de sustentar cualquier convicción es basarla en la experiencia y en el razonamiento claro. Hemos de aceptar sin reservas a este respecto el racionalismo extremo. El punto débil de esta concepción es, sin embargo, este: que aquellas concepciones que son inevitables y que determinan nuestra conducta y nuestros juicios, no pueden basarse únicamente en este sólido procedimiento científico.

En realidad, el método científico solo no puede mostrarnos cómo se relacionan los hechos entre sí y cómo están mutuamente condicionados. El anhelo de alcanzar este conocimiento objetivo pertenece a lo más elevado de que es capaz el hombre, e imagino, por supuesto, que nadie sospechará que intente yo rebajar los triunfos y las luchas heroicas del hombre en esta esfera. Es también evidente, sin embargo, que el conocimiento de lo que *es* no abre la puerta directamente a lo que *debería ser.* Uno puede tener el conocimiento más claro y completo de lo que *es,* y no ser capaz, sin embargo, de deducir de ello lo que debería ser el *objetivo* de nuestras aspiraciones humanas. El conocimiento objetivo nos proporciona poderosos instrumentos para lograr ciertos fines, pero el objetivo último en sí y el anhelo de alcanzarlo deben venir de otra fuente. Y no creo que haga falta siquiera defender la tesis de que nuestra existencia y nuestra actividad sólo adquieren sentido por la persecución de un objetivo tal y de valores correspondientes. El conocimiento de la verdad en cuanto tal es maravilloso, pero su utilidad como guía es tan escasa que no puede demostrar siquiera la justificación y el valor de la aspiración hacia ese mismo conocimiento de la verdad. Nos enfrentamos aquí, en consecuencia, a los límites de la concepción puramente racional de nuestra existencia.

Pero no debe suponerse que el pensamiento inteligente no juegue ningún papel en la formación del objetivo y de los juicios éticos. Cuando alguien comprende que ciertos medios serían útiles para la consecución de un fin, los medios en sí se convierten por ello en un fin. La inteligencia nos aclara la interrelación de medios y fines. Pero el mero pensamiento no puede proporcionarnos un sentido de los fines últimos y fundamentales. Aclarar estos fines y estas valoraciones fundamentales, e introducirlos en la vida emotiva de los individuos, me parece concretamente la función más importante de la religión en la vida social del hombre. Y si se pregunta de qué se deriva la autoridad de tales fines fundamentales, dado que no pueden cimentarse y justificarse únicamente en la razón, sólo cabe decir: son, en una sociedad sana, tradiciones poderosas, que influyen en la conducta y en las aspiraciones y en los juicios de los individuos. Es decir, están allí como algo vivo, sin que sea necesario buscar una justificación de su existencia. Adquieren existencia no a través de la demostración, sino de la revelación, por intermedio de personalidades vigorosas. No hay que intentar justificarlas, sino más bien captar su naturaleza simple y claramente.

Los más elevados principios de nuestras aspiraciones y juicios nos los proporciona la tradición religiosa judeocristiana. Es un objetivo muy elevado que, con nuestras débiles fuerzas, sólo podemos alcanzar muy pobremente, pero que proporciona fundamento seguro a nuestras aspiraciones y valoraciones. Si se desvinculase este objetivo de su forma religiosa y se examinase en su aspecto puramente humano, quizá pudiese exponerse así: desarrollo libre y responsable del individuo, de modo que pueda poner sus cualidades, libre y alegremente, al servicio de toda la humanidad.

No cabe aquí divinizar una nación, una clase, y no digamos ya un individuo. ¿No somos todos hijos de un padre, tal como se dice en el lenguaje religioso? En realidad, ni siquiera la divinización del género humano, como una totalidad abstracta, correspondería al espíritu de ese ideal. Sólo posee alma el individuo. Y el fin superior del individuo es servir más que regir, o imponerse de cualquier otro modo.

Si uno examina la sustancia y olvida la forma, puede considerar estas palabras expresión, además, de la actitud democrática fundamental. El verdadero demócrata no puede adorar a su nación lo mismo que no puede el hombre que es religioso, en nuestro sentido del término.

¿Cuál es pues, en todo esto, la función de la educación y de la escuela? Debería ayudarse al joven a formarse en un espíritu tal que esos principios fundamentales fuesen para él como el aire que respira. Sólo la educación puede lograrlo.

Si uno tiene estos elevados principios claramente a la vista, y los compara con la vida y el espíritu de la época, comprueba palpablemente que la humanidad civilizada se halla en la actualidad en grave peligro. En los Estados totalitarios son los propios dirigentes quienes se esfuerzan por destruir ese espíritu de humanidad. En zonas menos amenazadas son el nacionalismo y la intolerancia, y la opresión de los individuos por medios económicos, quienes pretenden asfixiar esas valiosísimas tradiciones.

Crece, sin embargo, la conciencia de la gravedad del peligro entre los intelectuales, y se buscan afanosamente medios de combatir el peligro..., medios en el campo de la política nacional e internacional, de la legislación, o de la organización en general. Tales esfuerzos son, sin duda alguna, muy necesarios. Sin embargo, los antiguos sabían algo que nosotros parecemos haber olvidado. Todos los medios resultan ser instrumentos inútiles, si tras ellos no hay un espíritu vivo.

Pero si el anhelo de lograr el objetivo vive poderoso dentro de nosotros, no nos faltará fuerza para hallar los medios de alcanzar ese objetivo y traducirlo en hechos.

II

No sería difícil llegar a un acuerdo respecto a lo que entendemos por ciencia. Ciencia es el empeño, secular ya, de agrupar por medio del pensamiento sistemático los fenómenos perceptibles de este mundo en una asociación lo más amplia posible. Dicho esquemáticamente, es intentar una reconstrucción posterior de la existencia a través del proceso de conceptualización. Pero cuando me pregunto lo que es la religión, no puedo dar tan fácilmente con una respuesta. E incluso después de dar con una que pueda satisfacerme en este momento concreto, sigo convencido de que nunca podré, de ningún modo, unificar, aunque sea un poco, los pensamientos de todos los que han prestado una consideración seria a esta cuestión.

En principio, pues, en vez de plantear lo que es la religión, preferiría plantear lo que caracteriza las aspiraciones de una persona que

a mí me parece religiosa: la persona que a mí me parece religiosamente ilustrada es la que se ha liberado, en la medida máxima de su capacidad, de los grilletes de los deseos egoístas y está entregada a pensamientos, sentimientos y aspiraciones a los que se adhiere por el valor suprapersonal que poseen. Creo que lo importante es la fuerza de este contenido suprapersonal y la profundidad de la convicción relacionada con su significación irresistible, independientemente de que se haga cualquier tentativa de unir ese contenido con un ser divino, pues de otro modo no sería posible incluir a Buda y a Spinoza entre las personalidades religiosas. En consecuencia, una persona religiosa es devota en el sentido de que no tiene duda alguna de la significación y elevación de aquellos objetos y objetivos suprapersonales que no requieren un fundamento racional ni son susceptibles de él. Existen con la misma inevitabilidad y naturalidad con que existe el individuo mismo. En este sentido, la religión es la vieja tentativa humana de alcanzar clara y completa conciencia de esos objetivos y valores y de fortalecer y ampliar constantemente su efecto. Si uno concibe la religión y la ciencia según lo dicho, resulta imposible un conflicto entre ellas. Porque la ciencia sólo puede afirmar que *es,* pero no lo que *debiera ser,* y fuera de su campo siguen siendo necesarios juicios de valor de todo tipo. La religión, por otra parte, aborda sólo valoraciones de pensamientos y acciones humanos: no puede hablar, justificadamente, de datos y relaciones entre datos. Según esta interpretación, los famosos conflictos entre religión y ciencia del pasado, deben atribuirse, todos ellos, a una concepción errónea de la situación que se ha descrito.

Surge, por ejemplo, conflicto cuando una comunidad religiosa insiste en la veracidad absoluta de todas las afirmaciones contenidas en la Biblia. Esto signfica una intervención de la religión en la esfera de la ciencia; aquí es donde hemos de situar la lucha de la Iglesia contra las doctrinas de Galileo y Darwin. Por otra parte, representantes de la ciencia han intentado muchas veces llegar a juicios fundamentales sobre valores y fines basándose en el método científico, y han chocado así con la religión. Estos conflictos han originado, todos ellos, errores fatales.

Ahora bien, aunque los campos de la religión y de la ciencia están en sí mismos claramente diferenciados, existen entre ambos relaciones y dependencias mutuas. Aunque la religión pueda ser la que determine el objetivo, sabe, sin embargo, por la ciencia, en el

sentido más amplio, qué medios contribuirán al logro de los objetivos marcados. Pero la ciencia sólo pueden crearla los que están profundamente imbuidos de un deseo profundo de alcanzar la verdad y de comprender las cosas. Y este sentimiento brota, precisamente, de la esfera de la religión. También pertenece a ella la fe en la posibilidad de que las normas válidas para el mundo de la existencia sean racionales, es decir, comprensibles por medio de la razón. No puedo imaginar que haya un verdadero científico sin esta fe profunda. La situación puede expresarse con una imagen: la ciencia sin religión está coja, la religión sin ciencia, ciega.

Aunque he dicho antes que no puede existir en realidad verdadero conflicto entre religión y ciencia, debo matizar, sin embargo, tal afirmación, una vez más, en un punto esencial. En lo que respecta al contenido real de las religiones históricas. Esta matización se relaciona con el concepto de Dios. Durante la etapa juvenil de la evolución espiritual del género humano, la fantasía de los hombres creó dioses a su propia imagen que, con su voluntad, parecían determinar el mundo fenoménico, o que hasta cierto punto influían en él. El hombre procuraba influir la actitud de estos dioses en favor propio con la magia y con la oración. La idea de Dios de las religiones que se enseñan hoy es una sublimación de aquel antiguo concepto de los dioses. Su carácter antropomórfico lo muestra, por ejemplo, el hecho de que los hombres apelen al Ser Divino con oraciones y le supliquen que satisfaga sus deseos.

Nadie negará, desde luego, que la idea de que exista un Dios personal, omnipotente, justo y misericordioso puede proporcionar al hombre solaz, ayuda y guía, y además, en virtud de su sencillez, resulta accesible incluso a las inteligencias menos desarrolladas. Pero, por otra parte, esta idea conlleva un fallo básico, que el hombre ha percibido dolorosamente desde el principio de la historia. Es decir, si este ser es omnipotente, todo suceso, incluidas todas las acciones humanas, todos los pensamientos humanos y todos los sentimientos y aspiraciones humanos son también obra suya; ¿cómo es posible pensar que los hombres sean responsables de sus actos y de sus pensamientos ante tal ser todopoderoso? Al administrar premios y castigos, estaría en cierto modo juzgándose a sí mismo. ¿Cómo conciliar esto con la bondad y la rectitud que se le asignan?

La fuente principal de conflicto entre el campo de la religión y el de la ciencia se halla, en realidad, en este concepto de un Dios

personal. El objetivo de la ciencia es establecer normas generales que determinen la conexión recíproca de objetos y acontecimientos en el tiempo y en el espacio. Estas normas, o leyes de la naturaleza, exigen una validez absolutamente general... no probada. Es básicamente un programa, y la fe en la posibilidad de su cumplimiento sólo se basa en principio en éxitos parciales. Pero difícilmente podría alguien negar estos éxitos parciales y atribuirlos a la ilusión humana. El hecho de que basándonos en tales leyes podamos predecir el curso temporal de los fenómenos en ciertos campos con gran precisión y certeza, está profundamente enraizado en la conciencia del hombre moderno, aunque pueda haber captado muy poco del contenido de las citadas leyes. Basta con que piense que los movimientos de los planetas dentro del sistema solar pueden calcularse previamente con gran exactitud a partir de un número limitado de leyes simples. De modo similar, aunque no con la misma precisión, es posible calcular por adelantado el funcionamiento de un motor eléctrico, un sistema de transmisión o un aparato de radio, aun cuando se trate de cosas recientes.

Desde luego, cuando el número de factores que intervienen en un complejo fenomenológico es demasiado grande, nos falla en la mayoría de los casos el método científico. Basta que pensemos en la meteorología, y que pensemos que la predicción del tiempo, incluso por un período de unos cuantos días, resulta imposible. Nadie duda, sin embargo, de que se trata de una conexión causal cuyos componentes causales nos son conocidos en su mayoría. Los fenómenos de este campo no permiten una predicción exacta debido a la variedad de factores implicados, no a un fallo de las leyes de la naturaleza.

Hemos penetrado con mucha menor profundidad en las regularidades que se derivan del reino de las cosas vivas, pero sí lo bastante, sin embargo, para percibir al menos la norma de necesidad fijada. Basta pensar en el orden sistemático de la herencia, y en el efecto de tóxicos, como por ejemplo el alcohol, en la conducta de los seres humanos. Lo que falta en este campo es captar conexiones de generalidad profunda, pero no un conocimiento del orden en sí mismo.

Cuanto más imbuido está un hombre de la regularidad ordenada de todos los acontecimientos, más sólida es su convicción de que no queda espacio al margen de esta regularidad ordenada para causas de naturaleza distinta. Para él, no existirá la norma de lo hu-

mano ni la norma de lo divino como causa independiente de los acontecimientos naturales. No hay duda de que la ciencia no *refutará* nunca, en el sentido auténtico, la doctrina de un Dios personal que interviene en los acontecimientos naturales, donde esta doctrina siempre puede refugiarse en aquellos campos en los que aún no ha sido capaz de afianzarse el conocimiento científico.

Pero estoy convencido de que el que los representantes de la religión adoptasen esa conducta no sólo sería indigno, sino también fatal para ellos. Creo que una doctrina que no es capaz de mantenerse a la luz, sino que ha de refugiarse en las tinieblas, perderá inevitablemente su influencia sobre el género humano, con un daño incalculable para el progreso de este. En su lucha por el ideal ético, los profesores de religión deben tener talla suficiente para prescindir de la doctrina de un Dios personal, es decir, abandonar esa fuente de miedo y esperanza que proporcionó en el pasado un poder tan inmenso a los sacerdotes. Tendrán que valerse en su labor de las fuerzas que sean capaces de cultivar el Bien, la Verdad y la Belleza en la humanidad misma. Se trata, sin duda, de una tarea más difícil, pero muchísimo más meritoria y digna.* Cuando los maestros religiosos logren realizar el proceso indicado, sin duda verán con alegría que la auténtica religión resulta ennoblecida por el conocimiento científico que la hará más profunda.

Si uno de los objetivos de la religión es el de liberar al máximo al género humano de las ataduras de los temores, deseos y anhelos egocéntricos, el razonamiento científico puede ayudar a la religión también en otro sentido. Aunque sea cierto que el objetivo de la ciencia es descubrir reglas que permitan asociar y predecir hechos, no es este su único objetivo. Pretende también reducir las conexiones descubiertas al menor número posible de elementos conceptuales mutuamente independientes. Es en esta búsqueda de la unificación racional de lo múltiple donde se hallan sus mayores éxitos, aunque sea precisamente esta tentativa lo que presenta un mayor riesgo de caer víctima de ilusiones. Pero todo el que haya pasado por la profunda experiencia de un avance positivo en este campo se siente conmovido por una profunda reverencia hacia la raciona-

* Herbert Samuel expone muy convincentemente este pensamiento en su libro *Belief and Action*.

lidad que se manifiesta en la vida. Mediante la comprensión, logra emanciparse en gran medida de los grilletes de las esperanzas y los deseos personales, alcanzando así esa actitud mental humilde ante la grandeza de la razón encarnada en la existencia, que es inaccesible al hombre en sus profundidades más hondas. Sin embargo, esta actitud me parece religiosa en el sentido más elevado del término. Y me parece asimismo que la ciencia no sólo purifica el impulso religioso de la escoria del antropomorfismo, sino que contribuye también a una espiritualización religiosa de nuestra visión de la vida.

Cuanto más progrese la evolución espiritual de la especie humana, más cierto me parece que el camino que lleva a la verdadera religiosidad pasa no por el miedo a la vida y el miedo a la muerte y la fe ciega, sino por la lucha en pro del conocimiento racional. Creo, a este respecto, que el sacerdote ha de convertirse en profesor y maestro si desea cumplir dignamente su excelsa misión educadora.

Religión y ciencia: ¿irreconciliables?

Respuesta a una felicitación enviada por el Liberal Ministers' Club of New York City. Publicada en *The Christian Register*, junio de 1948.

¿Existe en verdad una contradicción insuperable entre religión y ciencia? ¿Puede la ciencia suplantar a la religión? A lo largo de los siglos, las respuestas a estas preguntas han dado lugar a considerables polémicas y, más aún, a luchas denodadas. Sin embargo, no me cabe duda alguna de que una consideración desapasionada de ambas cuestiones sólo puede llevarnos a una respuesta negativa. Lo que complica la cuestión es, sin embargo, el hecho de que mientras la mayoría coincide fácilmente en lo que se entiende por «ciencia», suele diferir en el significado de «religión».

Respecto a la ciencia, podemos muy bien definirla para nuestros propósitos como «pensamiento metódico encaminado a la determinación de conexiones normativas entre nuestras experiencias sensoriales». La ciencia produce de modo inmediato conocimiento y de modo indirecto medios de acción. Lleva a la acción metódica si previamente se establecen objetivos definidos. Pero la función de establecer objetivos y de definir juicios de valor trasciende sus funciones. Si bien es cierto que la ciencia, en la medida en que

capta conexiones causales, puede llegar a conclusiones importantes sobre la compatibilidad o incompatibilidad de objetivos y valoraciones, las definiciones independientes y fundamentales respecto a objetivos y valores quedan fuera de su alcance.

En lo que respecta a la religión, por otra parte, suele haber acuerdo general de que su campo abarca objetivos y valoraciones y, en general, la base emotiva del pensamiento y las acciones de los seres humanos, en la medida en que no estén predeterminados por la inalterable estructura hereditaria de la especie. La religión aborda la actitud del hombre hacia la naturaleza en su conjunto, estableciendo ideales para la vida individual y comunitaria, y para las mutuas relaciones humanas. Y la religión intenta alcanzar esos ideales ejerciendo una influencia educadora en la tradición por la elaboración y difusión de determinados pensamientos y narraciones fácilmente accesibles (epopeyas y mitos) capaces de influir en la valoración y la acción dentro del marco de los ideales afectados.

Es este contenido mítico, o más bien simbólico, de las tradiciones religiosas el que suele chocar con la ciencia. Ocurre esto siempre que este conjunto de ideas religiosas contiene afirmaciones dogmáticamente establecidas sobre temas que pertenecen al campo de la ciencia. Es de vital importancia, en consecuencia, para preservar la verdadera religión, que se eviten tales conflictos cuando surjan en temas que, en realidad, no son esenciales para la consecución de los objetivos religiosos.

Cuando consideramos las diversas religiones existentes en cuanto a su esencia básica, es decir, si las desnudamos de sus mitos, no me parece que difieran tan fundamentalmente como quieren que creamos los defensores de la teoría «relativista» o convencional. Y esto no tiene por qué sorprendernos. Las actitudes morales de un pueblo que se apoya en la religión han de ir siempre encaminadas al objetivo de preservar y fomentar la salud y la vitalidad comunitarias y las de los miembros de la comunidad, porque, si no, la comunidad perecería. Un pueblo que honrase la falsedad, la difamación, el fraude y el asesinato no podría subsistir mucho tiempo.

Pero cuando nos enfrentamos con un caso concreto, no es tarea fácil determinar claramente lo que es deseable y lo que debería evitarse, es algo tan difícil como definir qué es exactamente lo que hace que un cuadro o una sinfonía sean buenos. Es algo mucho más fácil de apreciar de modo intuitivo que mediante la comprensión

racional. Asimismo, los grandes maestros morales de la humanidad fueron, en cierto modo, genios artísticos del arte de vivir. Además de los preceptos más elementales, nacidos directamente del deseo de mantener la vida y de evitar sufrimientos innecesarios, hay otros a los que, aunque no sean en apariencia del todo mensurables según las normas básicas, concedemos, sin embargo, considerable importancia. ¿Debe buscarse, por ejemplo, la verdad incondicionalmente aun cuando obtenerla y hacerla accesible a todos pudiese entrañar grandes sacrificios en esfuerzos y felicidad? Hay muchas cuestiones de este cariz que no pueden tener solución fácil desde una favorable posición racional, o que no tienen respuesta posible. Sin embargo, yo no creo que sea correcto el llamado punto de vista «relativista», ni siquiera en el caso de las decisiones morales más sutiles.

Si consideramos las condiciones de vida actuales de la humanidad civilizada de nuestra época, aun desde el punto de vista de las normas religiosas más elementales, hemos de sentir sin duda una desilusión profunda y dolorosa ante lo que se nos ofrece. Pues mientras la religión prescribe amor fraterno en las relaciones entre individuos y grupos, el escenario actual más parece un campo de batalla que una orquesta. El principio rector es, en todas partes, tanto en la vida económica como en la política, la lucha implacable por el éxito a expensas del prójimo. Este espíritu competitivo predomina incluso en escuelas y universidades y, destruyendo todos los sentimientos de cooperación y fraternidad, concibe el triunfo no como algo derivado del amor al trabajo fecundo y concienzudo, sino como algo que nace de la ambición personal y del miedo al rechazo.

Hay pesimistas que sostienen que esta situación es algo inevitable, inherente a la naturaleza de los seres humanos. Los que proponen estos puntos de vista son los auténticos enemigos de la religión; sostienen implícitamente que las doctrinas religiosas son ideales utópicos no aptos para regir los asuntos humanos. El estudio de las normas sociales de ciertas culturas llamadas primitivas parece haber demostrado patentemente, sin embargo, que este punto de vista derrotista carece por completo de base. Todo el interesado por este problema, un problema crucial en el estudio de la religión en cuanto tal, debería leer lo que nos dice de los indios pueblo el libro *Pattern of Culture* de Ruth Benedict. Al parecer, esta tribu ha logrado, bajo las condiciones de vida más duras, el difícil objetivo de liberar a sus miembros de la presión del espíritu competitivo e inculcarles

una forma de vida basada en la moderación y la cooperación, libres de presiones externas y sin ninguna restricción de la felicidad.

La interpretación de la religión que se expone aquí, implica una subordinación a la actitud religiosa por parte de la ciencia; relación que, en esta época nuestra predominantemente materialista, se menosprecia con demasiada facilidad. Si bien es cierto que los resultados científicos son por completo independientes de consideraciones morales o religiosas, no hay duda de que todos los individuos a los que debemos los grandes descubrimientos fecundos de la ciencia estaban imbuidos de la convicción, genuinamente religiosa, de que este universo nuestro es algo perfecto y susceptible de un análisis racional. Si esta convicción no hubiese sido una convicción vigorosamente emotiva y si esta búsqueda de conocimiento no se hubiese inspirado en el *Amor Dei Intellectualis*, difícilmente habrían podido desplegar esa devoción infatigable que es lo único que permite al hombre alcanzar sus triunfos mayores.

La necesidad de una cultura ética

Carta leída con motivo del 75 aniversario de la Ethical Culture Society, Nueva York, enero de 1951. Publicado en *Mein Weltbild*, Zurich: Europa Verlag, 1953.

Me siento obligado a enviar mi felicitación y a desear los mayores éxitos a su Sociedad para una Cultura Ética, con motivo de la celebración de su aniversario. No es este, ciertamente, el momento de contemplar satisfechos los resultados obtenidos en estos setenta y cinco años de honrados esfuerzos en el plano ético. No podemos decir que los aspectos morales de la vida humana en general sean hoy más satisfactorios que en 1876.

En aquella época se creía que podía esperarse todo del estudio de los hechos científicos comprobables y de la eliminación de prejuicios y supersticiones. Todo esto es, sin duda, importante y digno de los mayores esfuerzos de los más capaces. Y en tal sentido se ha logrado mucho, en estos setenta y cinco años, que se ha difundido a través de la literatura y desde la escena.

Pero la eliminación de obstáculos no conduce por sí sola a un ennoblecimiento de la vida social e individual. Pues, junto a esto,

es de la mayor importancia el anhelo de lucha en pro de una estructuración ético-moral de nuestra vida comunitaria. En este punto no hay ciencia que pueda salvarnos. Creo realmente que el excesivo hincapié en lo puramente intelectual (que suele dirigirse sólo hacia la eficacia y hacia lo práctico) de nuestra educación, ha llevado al debilitamiento de los valores éticos. No pienso tanto en los peligros que conlleva el progreso técnico para la especie humana, como en la asfixia de la consideración mutua entre hombres por un hábito de pensamiento muy *«matter of fact»*, que ha venido a extenderse como una terrible helada sobre las relaciones humanas.

La plenitud en los aspectos morales y estéticos es un objetivo muy próximo a las preocupaciones del arte más que a las de la ciencia. Es importante, por supuesto, la comprensión de nuestros semejantes. Pero esta comprensión sólo resulta fecunda cuando la sustenta un sentimiento cordial y fraterno en la alegría y en la aflicción. El cultivo de esta importantísima fuente de acción moral es lo que queda de la religión cuando esta se ha purificado de los elementos supersticiosos. En este sentido, la religión constituye una parte importante de la educación, en la que recibe una escasísima consideración, y no suficientemente sistemática.

El dilema aterrador que plantea la situación política mundial está estrechamente relacionado con este pecado de omisión que nuestra civilización comete. Sin una «cultura ética» no hay salvación para la humanidad.

Sobre la educación

Cursos universitarios de Davos

Einstein participó en 1928 en los cursos universitarios internacionales de Davos, famoso lugar de retiro suizo para enfermos tuberculosos. Este discurso precedió a su lección: «Conceptos fundamentales de la física y su desarrollo». Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Senatores boni viri, senatus autem bestia. Esto escribió en cierta ocasión un profesor suizo amigo mío, en tono jocoso, dirigiéndose al cuerpo de profesores de una universidad con el que estaba molesto. Las comunidades suelen atenerse a los imperativos de la conciencia y del sentido de la responsabilidad en menor medida que los individuos. ¡Cuántas desdichas causa este hecho a la especie humana! Es origen de guerras y de todo género de opresión, y llena la tierra de dolor, gemidos y amarguras.

Y, sin embargo, nada valioso puede lograrse si no es por la cooperación desinteresada de los individuos. En consecuencia, el hombre de buena voluntad nunca es tan feliz como cuando se inicia una empresa comunitaria a costa de grandes sacrificios, con el único objetivo de fomentar la vida y la cultura.

Esta alegría pura fue la que sentí yo al tener noticia de los cursos universitarios de Davos. Se desarrolla aquí una tarea de rescate con inteligencia y sabia moderación, basada en una grave necesidad, aunque quizá se trate de una necesidad que no resulte evidente a todos de modo inmediato. Muchos jóvenes llegan a este valle con las esperanzas puestas en el poder curativo de estas montañas soleadas,

donde esperan recuperar su salud corporal. Pero retirados aquí por períodos largos de la disciplina del trabajo cotidiano que endurece la voluntad, y fáciles presas de mórbidas reflexiones sobre su estado físico, pronto pierden su flexibilidad mental, la sensación de ser capaces de plantar cara en la lucha por la vida. Se convierten en una especie de plantas de invernadero y, una vez curado su cuerpo, puede resultarles difícil volver a la vida normal. Esto es especialmente cierto en el caso de los estudiantes universitarios. La interrupción de la educación intelectual en el período formativo de la juventud, puede muy bien dejar un hueco difícil de llenar más tarde.

Sin embargo, como norma general, el trabajo intelectual moderado, lejos de retrasar la curación, la estimula directamente, lo mismo que el trabajo físico moderado. Con este criterio se crearon los cursos universitarios, no sólo con el propósito de preparar a estos jóvenes para una profesión, sino también para estimularles a la actividad intelectual en cuanto tal. El objetivo es proporcionar trabajo, formación e higiene en la esfera de la inteligencia.

No olvidemos que esta empresa es ideal para fomentar relaciones entre individuos de nacionalidades distintas, que pueden ayudar a fortalecer la idea de una comunidad europea. Es probable que los efectos de la nueva institución resulten en este sentido mucho más positivos por el hecho de que las circunstancias de su nacimiento eliminan cualquier condicionamiento político. El mejor medio de servir la causa del internacionalismo es cooperar en un trabajo útil.

Por todas estas razones, me complace comprobar que, gracias a la energía e inteligencia de sus fundadores, los cursos universitarios de Davos han logrado ya tal éxito que la empresa ha superado los problemas iniciales. Ojalá prospere, enriqueciendo la vida interior de muchas personas valiosas y rescatando a muchos de la pobreza de la vida hospitalaria.

Profesores y alumnos

Charla a un grupo de niños. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

> *El verdadero arte del maestro consiste en despertar la alegría por el trabajo y el conocimiento.*

Mis queridos niños:

Me alegra veros aquí hoy, juventud feliz de una tierra alegre y dichosa.

No olvidéis nunca que las cosas maravillosas que aprendéis en la escuela son obra de muchas generaciones, producto del esfuerzo entusiasta y del trabajo incansable de todos los países del mundo. Se deposita todo esto en vuestras manos como herencia para que lo recibáis, lo honréis, lo aumentéis y podáis transmitirlo un día fielmente a vuestros hijos. Así es como nosotros, los mortales, alcanzamos la inmortalidad en las cosas permanentes que creamos en común.

Si nunca olvidáis esto, hallaréis un sentido a la vida y al trabajo, y adoptaréis la actitud más correcta hacia otras naciones y otras épocas.

Educación y educadores

Carta a una joven. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Estimada señorita:

He leído unas dieciséis páginas de su manuscrito y me ha hecho... sonreír. Es inteligente, minucioso, honrado, hasta cierto punto bien construido y, sin embargo, típicamente femenino: imbuido de resentimiento personal. Yo sufrí a manos de mis profesores un tratamiento similar; me detestaban por mi independencia y me excluían cuando querían ayudantes (he de admitir, sin embargo, que no era tan buen estudiante como usted). Pero no me habría valido la pena escribir sobre mi vida escolar, y me habría gustado aún menos ser responsable de que alguien lo editase o llegase a leerlo. Además, uno siempre ofrece un triste espectáculo cuando se queja de otros que también procuran vivir, a su manera.

En consecuencia, le aconsejo que controle su temperamento y guarde el manuscrito para sus hijos e hijas, con el fin de que puedan hallar en él consuelo y no den importancia a lo que les digan o piensen de ellos sus profesores.

Por otra parte, he venido a Princeton sólo a investigar, no a enseñar. Hay ya demasiada educación formal, sobre todo en los centros

de enseñanza norteamericanos. El único medio racional de educar es dar ejemplo, y si no hay otro remedio, un ejemplo que ponga sobre aviso.

Educación y paz mundial

Mensaje a la Progressive Education Association, 23 de noviembre de 1934.

Los Estados Unidos, debido a su emplazamiento geográfico, están en posición envidiable para poder enseñar en sus escuelas un sano pacifismo, pues no existe aquí peligro grave de agresión extranjera y, en consecuencia, no es necesario inculcar a la juventud un espíritu militar. Existe, sin embargo, el peligro de que el problema de educar a la juventud para la paz pueda enfocarse desde un punto de vista emotivo y no desde un punto de vista realista. Poco ganaríamos sin una amplia comprensión de las dificultades intrínsecas del problema.

La juventud norteamericana debería entender, en primer lugar, que aunque sea improbable una invasión concreta del territorio norteamericano, es posible que los Estados Unidos se vean envueltos en cualquier momento en un conflicto internacional. Basta pensar en la participación norteamericana en la Guerra Mundial para comprender que debe dejarse muy claro este punto.

La seguridad, tanto para los Estados Unidos como para otros países, sólo puede basarse en una solución satisfactoria del problema de la paz mundial. No debe dejarse creer a la juventud que es posible la seguridad mediante el aislamiento político. Debería fomentarse, por el contrario, un serio interés por el problema de la paz *general*. Sobre todo, debería hacerse comprender claramente a los jóvenes la gran responsabilidad que asumieron los políticos norteamericanos al no apoyar los planes liberales del presidente Wilson al finalizar la Guerra Mundial y después, obstaculizando así la tarea de la Sociedad de Naciones en la solución de este problema.

Habría que insistir en que nada puede lograrse por el simple procedimiento de exigir el desarme, mientras haya países poderosos que no rechazan el uso de métodos militaristas para alcanzar posiciones más ventajosas en el mundo. Debería explicarse, además, la justificación de propuestas como las propiciadas por Francia, por ejemplo, para salvaguardar a países concretos e individuales mediante la crea-

ción de instituciones internacionales. La seguridad sólo se obtendrá mediante tratados internacionales de defensa mutua contra el agresor. Estos tratados son necesarios, pero no suficientes por sí solos. Debería darse un paso más. Deberían intemacionalizarse los medios militares de defensa, fundiendo e intercambiando fuerzas en tan amplia escala que las tropas estacionadas en un país cualquiera no estuviesen ligadas únicamente a los intereses de ese país. Para preparar este paso, debe la juventud comprender la importancia del problema.

Debería fortalecerse también el espíritu de solidaridad internacional, debería combatirse el espíritu patriotero como un obstáculo para la paz mundial. Debería utilizarse la historia en el sistema educativo para interpretar el progreso de la *civilización*, y no para inculcar ideales de poder imperialista y de éxito militar. Desde este punto de vista, opino que debería recomendarse a los estudiantes la *Historia del mundo* de H. G. Wells. Por último, es cuando menos indirectamente importante el que, tanto en geografía como en historia, se aliente un entendimiento fraterno de las características de los diversos pueblos, que incluya a los pueblos que suelen llamarse «primitivos» o «atrasados».

Sobre la educación

De un discurso pronunciado en Albany, Nueva York, en la celebración del tricentenario del inicio de la enseñanza superior en Norteamérica, el 15 de octubre de 1936. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Los aniversarios suelen dedicarse más que nada a visiones retrospectivas, sobre todo a evocar el recuerdo de personajes que se han destacado en especial por el fomento de la vida cultural. No hay que menospreciar, desde luego, este homenaje amistoso a nuestros predecesores, sobre todo considerando que este recuerdo de lo mejor del pasado estimula a quienes en el presente se hallan bien dispuestos para un valeroso esfuerzo en el mismo sentido. Pero esto debería hacerlo alguien que, desde su juventud, haya estado en contacto con este país y esté familiarizado con su pasado, no un individuo que, como un gitano, ha andado siempre vagando de un lugar a otro y acumulando experiencias de todo tipo de países.

No me queda, pues, más opción que hablar de cuestiones que, ahora y siempre, con independencia del tiempo y del espacio, están relacionadas con cuestiones educativas. No puedo pretender ser una autoridad en esto, sobre todo cuando personas inteligentes y bien intencionadas de todos los tiempos han abordado los problemas educativos y han expresado clara y repetidamente sus puntos de vista sobre ellos. ¿De dónde puedo obtener el valor yo, que soy en parte lego en el campo de la pedagogía, para exponer opiniones sin más fundamento que mi experiencia y mis creencias personales? Si se tratase de una cuestión científica, sin duda me sentiría inclinado a guardar silencio.

Pero la cuestión es distinta tratándose de asuntos de hombres en activo. Aquí no basta sólo el conocimiento de la verdad; por el contrario, este conocimiento debe renovarse continuamente mediante esfuerzos incesantes. Es como una estatua de mármol que se alza en el desierto y a la que la arena amenaza con sepultar. Las manos serviciales deben trabajar continuamente para que el mármol siga brillando a la luz del sol. Estas manos mías forman también parte de todas esas manos serviciales.

La enseñanza ha sido siempre el medio más importante de transmitir el tesoro de la tradición de una generación a la siguiente. Esto sucede hoy aún en mayor grado que en tiempos anteriores, pues debido al desarrollo moderno de la vida económica se ha debilitado la familia en cuanto portadora de la tradición y de la educación. La continuidad y la salud de la humanidad depende, en consecuencia, en grado aún mayor que antes, de las instituciones de enseñanza.

A veces, uno sólo ve la escuela como instrumento para transmitir el máximo de conocimientos a la generación en desarrollo. Pero esto no es correcto. El conocimiento está muerto; la escuela, sin embargo, sirve a los vivos. Deberían cultivarse en los individuos jóvenes cualidades y aptitudes valiosas para el bien común. Pero eso no significa que haya que destruir la individualidad y que el individuo se convierta en mero instrumento de la comunidad, como una abeja o una hormiga. Una comunidad de individuos cortados con el mismo patrón, sin originalidad ni objetivos propios sería una comunidad pobre, sin posibilidades de evolución. El objetivo ha de ser, por el contrario, formar individuos que actúen y piensen con independencia y que consideren, sin embargo, su interés vital más importante el

servir a la comunidad. Por lo que he podido ver, el sistema de educación inglés es el que más se aproxima a este ideal.

Pero ¿cómo alcanzar este ideal?

¿Debe intentarse moralizando, quizás? En modo alguno. Las palabras son y siguen siendo un sonido vacío, y el camino de la perdición siempre ha estado sembrado de fidelidad verbal a un ideal. Las grandes personalidades no se forman con lo que se oye y se dice, sino con el trabajo y la actividad.

En consecuencia, el mejor método de educación ha sido siempre aquel en que se urge al discípulo a la realización de tareas concretas. Esto es aplicable tanto a las primeras tentativas de escribir del niño de primaria como a una tesis universitaria, o a la simple memorización de un poema, a escribir una composición, a interpretar o traducir un texto, a resolver un problema matemático o a la práctica de un deporte.

Pero detrás de cada triunfo está la motivación que constituye su cimiento y que a su vez se ve fortalecida y nutrida por la consecución del de la empresa. Ahí están las principales diferencias, de importancia básica para el valor educativo de la escuela. El mismo esfuerzo puede nacer del miedo y la coacción, del deseo ambicioso de autoridad y honores, o de un interés afectivo por el objeto y un deseo de verdad y comprensión, y, en consecuencia, de esa curiosidad divina que todo niño sano posee, pero que tan a menudo se debilita prematuramente. La influencia educativa que puede ejercer sobre el alumno la ejecución de un trabajo, puede ser muy distinta, según nazca del miedo al castigo, la pasión egoísta o el deseo de placer y satisfacción, y nadie sostendrá, supongo, que la administración del centro de enseñanza y la actitud de los profesores no influye en la formación de la psicología de los alumnos.

Para mí, lo peor es que la escuela utiliza fundamentalmente el miedo, la fuerza y la autoridad artificial. Este tratamiento destruye los sentimientos sólidos, la sinceridad y la confianza del alumno en sí mismo. Crea un ser sumiso. No es raro que tales escuelas sean norma en Alemania y Rusia. Sé que los centros de enseñanza de este país están libres de este mal, que es el peor de todos; lo mismo sucede en Suiza y probablemente en todos los países con un gobierno democrático. Es relativamente fácil liberar los centros de enseñanza de este pésimo mal. El poder del maestro debe basarse lo menos posible en medidas coercitivas, de modo que la única fuente del res-

peto del alumno hacia el profesor sean las cualidades humanas e intelectuales de este.

El motivo que enumeramos en segundo lugar, la ambición o, dicho en términos más moderados, la busca del respeto y la consideración de los demás, es algo que se halla firmemente enraizado en la naturaleza humana. Si faltase un estímulo mental de este género, sería totalmente imposible la cooperación entre seres humanos. El deseo de lograr la aprobación del prójimo es, sin duda, uno de los poderes de cohesión más importantes de la sociedad. En este complejo de sentimientos, yacen estrechamente unidas fuerzas constructivas y destructivas. El deseo de aprobación y reconocimiento es un estímulo sano; pero el deseo de que le reconozcan a uno como mejor, más fuerte o más inteligente que el prójimo o el compañero de estudios, fácilmente conduce a una actitud psicológica excesivamente egoísta, que puede resultar dañosa para el individuo y para la comunidad. En consecuencia, la institución de enseñanza y el profesor deben guardarse de emplear el fácil método de fomentar la ambición individual para impulsar a los alumnos al trabajo diligente.

Muchas personas han citado la teoría de la lucha por la vida y de la selección natural de Darwin a este respecto como una autorización para fomentar el espíritu de lucha. Han intentado algunos también de ese modo demostrar seudocientíficamente que es necesaria la destructiva lucha económica fruto de la competencia entre individuos. Pero esto es un error, pues el hombre debe su fuerza en la lucha por la vida al hecho de ser un animal que vive socialmente. Al igual que la lucha entre las hormigas de un mismo hormiguero impediría la supervivencia de este, la lucha entre los miembros de una misma comunidad humana atenta contra la supervivencia de esa comunidad.

En consecuencia, hemos de prevenirnos contra quienes predican a los jóvenes el éxito, en el sentido habitual, como objetivo de la vida. Pues el hombre que triunfa es el que recibe mucho de sus semejantes, normalmente muchísimo más de lo que corresponde al servicio que les presta. El valor de un hombre debería juzgarse en función de lo que da y no de lo que es capaz de recibir.

La motivación más importante del trabajo, en la escuela y en la vida, es el placer que proporciona el trabajo mismo, el placer que proporcionan sus resultados y la certeza del valor que tienen estos resultados para la comunidad. Para mí, la tarea más importante de

la enseñanza, es despertar y fortalecer estas fuerzas psicológicas en el joven.

Este cimiento psicológico genera por sí solo un deseo gozoso de lograr la posesión más valiosa que pueda alcanzar un ser humano: conocimiento y destreza artística.

Despertar estos poderes psicológicos productivos es, claro está, más difícil que el uso de la fuerza o que despertar la ambición individual, pero es mucho más valioso. Todo consiste en estimular la inclinación de los niños por el juego y el deseo infantil de reconocimiento y guiar al niño hacia campos que sean importantes para la sociedad; la educación se fundamenta así principalmente en el deseo de una actividad fecunda y de reconocimiento. Si la escuela logra estimular con éxito tales enfoques, se verá honrada por la nueva generación y las tareas que asigne esa escuela serán aceptadas como si fueran un regalo. He conocido niños que preferían la escuela a las vacaciones.

Una escuela así exige que el maestro sea una especie de artista en su campo. ¿Qué puede hacerse para que impere este espíritu en la escuela? Es muy difícil dar aquí con una solución universal que satisfaga a todos. Pero hay, sin duda, condiciones fijas que deben cumplirse. En primer lugar, hay que formar a los propios profesores en escuelas así. En segundo, debe darse amplia libertad al profesor para seleccionar el material de enseñanza y los métodos pedagógicos que quiera emplear. Pues también en su caso se aplica lo de que el placer de la organización del propio trabajo se ve asfixiado por la fuerza y la presión exteriores.

Si han seguido hasta aquí atentamente mis reflexiones, puede que se pregunten una cosa. He hablado extensamente del espíritu en que debe educarse, según mi criterio, a la juventud. Pero nada he dicho aún sobre la elección de las disciplinas a enseñar, ni sobre el método de enseñanza. ¿Debe predominar el idioma o la formación técnica en la ciencia?

A lo cual contesto: en mi opinión, todo esto es de una importancia secundaria. Si un joven ha entrenado sus músculos y su resistencia física andando y haciendo gimnasia, podrá más tarde realizar cualquier trabajo físico. Lo mismo sucede con el adiestramiento de la inteligencia y el ejercicio de la capacidad mental y manual. No se equivocaba, pues, quien definió así la educación: «Educación es lo que queda cuando se olvida lo que se aprendió en la escuela». Por tal

motivo, no me interesa en absoluto tomar partido en la lucha entre los partidarios de la educación clásica filológico-histórica y los de la educación más orientada a las ciencias naturales.

Quiero atacar, por otra parte, la idea de que la escuela deba enseñar directamente ese conocimiento especial y esas habilidades especiales que se han de utilizar posteriormente y de forma directa en la vida. Las exigencias de la vida son demasiado múltiples para que resulte posible esta formación especializada en la escuela. Y aparte de esto, considero criticable tratar al individuo como una herramienta inerte. La escuela debe siempre plantearse como objetivo el que el joven salga de ella con una personalidad armónica, y no como un especialista. En mi opinión, esto es aplicable en cierto sentido, incluso a las escuelas técnicas, cuyos alumnos se dedicarán a una profesión totalmente definida. Lo primero debería ser, siempre, desarrollar la capacidad general para el pensamiento y el juicio independientes y no la adquisición de conocimientos especializados. Si un individuo domina los fundamentos de su disciplina y ha aprendido a pensar y a trabajar con independencia, hallará sin duda su vía y además será mucho más hábil para adaptarse al progreso y a los cambios, que el individuo cuya formación consista básicamente en la adquisición de unos conocimientos detallados.

Por último, deseo subrayar una vez más que lo dicho aquí de forma un poco categórica no pretende ser más que la opinión personal de un hombre, que *únicamente* se basa en su propia experiencia personal como alumno y como profesor.

Sobre la literatura clásica

Escrito para *Jungkaufmann*, publicación mensual del «Schweizerischer Kaufmaennischer Verein, Jugendbund», de febrero de 1952.

Una persona que lee sólo periódicos y como mucho libros de autores contemporáneos, dice que soy como un miope que se burlase de las gafas. Él depende por completo de los prejuicios y modas de su época, puesto que nunca llega a ver ni oír otra cosa. Y lo que una persona piensa por su cuenta, sin el estímulo de los pensamientos y experiencias de los otros es, aun en el mejor de los casos, bastante mezquino y monótono.

Sólo hay unas cuantas personas ilustradas con una mente lúcida y un buen estilo en cada siglo. Lo que ha quedado de su obra es uno de los tesoros más preciados de la humanidad. A unos cuantos escritores de la antigüedad debemos el que las gentes de la Edad Media se libraran poco a poco de las supersticiones y de la ignorancia que habían ensombrecido la vida durante más de cinco siglos.

No hay nada mejor para superar la presuntuosidad modernista.

Para asegurar el futuro de la humanidad

Mensaje a la «Canadian Education Week», 2-8 de marzo de 1952. Publicado en *Mein Weltbild*, Zurich: Europa Verlag, 1953.

El descubrimiento de las reacciones nucleares en cadena no tiene por qué provocar la destrucción de la especie humana, al igual que no la provocó el descubrimiento de las cerillas. Pero hemos de hacer todo lo posible para impedir que se abuse de este descubrimiento. En el estadio actual del desarrollo tecnológico, sólo puede protegernos una organización supranacional que disponga de un poder ejecutivo lo bastante fuerte. Una vez de acuerdo en esto, hemos de hallar la energía necesaria para los sacrificios inevitables que exigirá esta tarea de asegurar el futuro de la especie. Si no se alcanza este objetivo a tiempo, todos seremos culpables. Se corre el peligro de que nadie haga nada en espera de que los demás actúen.

El progreso de la ciencia en nuestro siglo es respetado por toda persona culta, e incluso por el hombre común que sólo percibe las aplicaciones técnicas de la ciencia. Sin embargo, si se tienen en cuenta los problemas fundamentales de la ciencia se conseguirá no exagerar el alcance de los triunfos recientes. Si cuando vamos en un tren nos fijamos sólo en objetos cercanos, tendremos la sensación de movernos a una velocidad increíble, mientras que si dirigimos nuestra atención a rasgos prominentes del paisaje, como unas montañas elevadas, el escenario parece cambiar muy lentamente. Lo mismo sucede con los problemas básicos de la ciencia.

Creo que ni siquiera es razonable hablar de nuestra *«way of life»* o de la de los rusos. Se trata, en ambos casos, de una serie de tradiciones y costumbres que no forman un todo orgánico. Tiene más sentido, sin duda, preguntarse qué instituciones y tradiciones son perni-

ciosas y cuáles son útiles a los seres humanos; cuáles proporcionan una mayor felicidad y cuáles una aflicción mayor. Debemos luego esforzarnos por adoptar las que mejores nos parezcan, sin tener en cuenta si las vemos plasmadas, en el presente, en nuestro país o en otro distinto.

Educación y pensamiento independiente

Del *New York Times*, 5 de octubre de 1952.

No basta con enseñar a un hombre una especialidad. Aunque esto pueda convertirle en una especie de máquina útil, no tendrá una personalidad armoniosamente desarrollada. Es esencial que el estudiante adquiera una comprensión de los valores y una profunda afinidad hacia ellos. Debe adquirir un vigoroso sentimiento de lo bello y de lo moralmente bueno. De otro modo, con la especialización de sus conocimientos más parecerá un perro bien adiestrado que una persona armoniosamente desarrollada. Debe aprender a comprender las motivaciones de los seres humanos, sus ilusiones y sus sufrimientos, para lograr una relación adecuada con su prójimo y con la comunidad.

Estas cosas preciosas se transmiten a las generaciones más jóvenes mediante el contacto personal con los que enseñan, no (o al menos no básicamente) a través de libros de texto. Es esto lo que constituye y conserva básicamente la cultura. Es en esto en lo que pienso cuando recomiendo el «arte y las letras» como disciplinas importantes, y no sólo el árido y estéril conocimiento especializado en los campos de la historia y de la filosofía.

La insistencia exagerada en el sistema competitivo y la especialización prematura en base a la utilidad inmediata matan el espíritu en que se basa toda vida cultural, incluido el conocimiento especializado.

Es también vital para una educación fecunda que se desarrolle en el joven una capacidad de pensamiento crítico independiente, desarrollo que corre graves riesgos si se le sobrecarga con muchas y variadas disciplinas. Este exceso conduce inevitablemente a la superficialidad. La enseñanza debería ser de tal naturaleza que lo que ofreciese se recibiera como un don valioso y no como un penoso deber.

Sobre los amigos

Joseph Popper-Lynkaeus

1838-1921. Austríaco. Ingeniero de profesión. Famoso como escritor por su acerva crítica del Estado y de la Sociedad y audaz programa para aliviar los males sociales. Algunos de sus libros fueron prohibidos en la Austria Imperial. Esta nota apareció en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Popper-Lynkaeus fue algo más que un brillante ingeniero y un brillante escritor. Fue una de las pocas personalidades sobresalientes que encarnaron la conciencia de una generación. Insistió en convencernos de que la sociedad es responsable del destino de todos sus miembros y nos mostró un medio de traducir en hechos la consiguiente obligación de la comunidad. La comunidad o Estado no fue para él ningún fetiche; para él, el derecho del Estado o de la comunidad a exigir sacrificios a los individuos se basaba únicamente en el deber recíproco de proporcionar a todo individuo la oportunidad de un desarrollo armonioso.

Saludo a George Bernard Shaw

Con motivo de una visita de Einstein a Inglaterra en 1930. Se publicó por primera vez en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Existen muy pocas personas con la suficiente independencia como para ver las debilidades y locuras de sus contemporáneos y mantenerse inmunes a ellas. Y cuando estos escasos seres aislados se en-

frentan a la obstinación humana suelen perder muy pronto su deseo de arreglar las cosas. Sólo a una pequeña minoría le es dado fascinar a su generación mediante un humor y una gracia sutiles y poner ante ella un espejo mediante el instrumento impersonal del arte. Quiero saludar hoy con sincera emoción al supremo maestro de este método, que a todos nos ha deleitado y educado.

En el setenta aniversario del nacimiento de Arnold Berliner

De *Die Naturwissenschaften*, vol. 20, p. 913, 1932. Berliner, físico alemán, fue director de ese semanario de 1913 a 1935, año en que, por ser judío, el gobierno nazi le impidió seguir desempeñando tal cargo. Berliner se suicidó siete años después, a los ochenta, cuando iban a deportarle.

Me gustaría aprovechar esta oportunidad para explicar a mi amigo Berliner y a los lectores de esta revista por qué les concedo tanto valor a él y a su obra. He de hacerlo en esta fecha porque es nuestra única oportunidad de decir estas cosas; nuestro hábito de objetividad ha convertido en tabú todo lo personal, norma que nosotros, mortales, sólo podemos transgredir en muy excepcionales ocasiones, en ocasiones como esta.

Y ahora, después de este arranque de libertad, ¡vuelta a la objetividad! El campo de la investigación científica se ha ampliado enormemente y el conocimiento teórico es muchísimo más profundo en todas las disciplinas científicas. Pero la capacidad de asimilación del intelecto humano está y sigue estando estrictamente limitada. Es, pues, inevitable que la actividad del investigador individual se limite a un sector cada vez más reducido de los conocimientos humanos. Y, peor aún, esta especialización hace cada vez más difícil que podamos captar de modo general la ciencia en su conjunto, sin lo cual el verdadero espíritu de investigación queda mermado sin remedio, a medida que aumenta el progreso científico. Se crea una situación similar a la que la Biblia representa simbólicamente con la Torre de Babel. Todo científico serio tiene la dolorosa conciencia de esta relegación involuntaria a una esfera cada vez más limitada del conocimiento, que amenaza con privarle de su amplio horizonte y le degrada al nivel de un mero mecánico.

Todos hemos padecido este mal, sin hacer el menor esfuerzo por mitigarlo. Pero, en el mundo de habla alemana, Berliner se lanzó a

la lucha del modo más admirable. Se dio cuenta de que las publicaciones periódicas populares que había no bastaban para instruir y estimular al no especialista. Pero percibió también la necesidad de una publicación bien equilibrada dirigida en especial a informar al científico que quisiese familiarizarse con la evolución de los problemas, los métodos y los descubrimientos científicos para poder formar su propio juicio. A lo largo de muchos años de trabajo laborioso, ha ido dedicándose a este objetivo con gran inteligencia y con un empeño no menos grande, y nos ha proporcionado a todos, y ha proporcionado a la ciencia, un servicio que nunca podremos agradecerle bastante.

Tuvo que lograr la cooperación de científicos consagrados y persuadirles a escribir del modo más inteligible para el no especialista. Solía contarme las luchas que tenía que librar para alcanzar este objetivo, y una vez me lo explicó con el siguiente acertijo: pregunta: «¿Qué es un autor científico?» Respuesta: «Un cruce de mimosa y puercoespín». La tarea de Berliner sólo fue posible porque su anhelo de una visión clara y global de un área lo más amplia posible de la investigación científica se ha mantenido vigorosamente vivo. Este sentimiento le llevó también a escribir un texto de física, fruto de varios años de arduo trabajo, del que un estudiante de medicina me dijo el otro día: «No sé cómo habría podido llegar a tener una idea clara de los principios de la física moderna, con el tiempo de que disponía, sin este libro».

La lucha de Berliner en pro de la claridad y de un enfoque amplio de la ciencia ha contribuido notablemente a alumbrar en muchas inteligencias los problemas, métodos y descubrimientos de la ciencia. La vida científica de nuestra época no es concebible ya sin su revista. Es tan importante dar vida al conocimiento y mantenerlo vivo, como resolver problemas concretos.

La labor de H. A. Lorentz por la causa de la cooperación internacional

Escrito en 1927. H. A. Lorentz, físico teórico holandés, fue de los científicos más destacados de su época. Su obra abarcó varios campos de la física, pero sus aportaciones sobresalientes fueron las que hizo a la teoría del electromagnetismo en todas sus ramificaciones. Sus descubrimientos prepararon el terreno a muchos de los descubrimientos modernos de la física, y, muy especialmente, a la teoria de la relatividad. Después de la Primera Guerra

Mundial, Lorentz consagró gran parte de sus energías a la tarea de reorganizar la cooperación internacional, sobre todo entre científicos. Gracias a su indiscutible prestigio y al respeto de que gozó entre intelectuales de todos los países, sus esfuerzos se vieron coronados por el éxito. Durante los últimos años de su vida, fue presidente del Comité de Cooperación Intelectual de la Sociedad de Naciones. Este ensayo apareció en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Con la creciente especialización de la investigación científica que trajo consigo el siglo XIX, resulta raro que un hombre que ocupa una posición destacada en una de las ciencias logre, al mismo tiempo, servir con éxito a la sociedad en el campo de la organización y la política internacionales. Tal servicio no sólo exige firmeza, inteligencia y un prestigio basado en méritos sólidos, sino también estar libre de prejuicios nacionales, consagrándose a los fines comunes a todos, lo cual resulta difícil en nuestros tiempos. No he conocido a nadie que aunase todas estas cualidades con tanta perfección como H. E. Lorentz. Lo maravilloso de los efectos de su personalidad es que los temperamentos independientes y obstinados, que tanto abundan entre los hombres de ciencia, no suelen doblegarse fácilmente a la voluntad ajena. Pero cuando Lorentz está en la presidencia, se crea invariablemente una atmósfera de cooperación, aunque muchos de los presentes discrepen en sus objetivos y hábitos mentales. El secreto de este éxito no sólo estriba en su rápida comprensión de las personas y de las cosas y en su maravilloso dominio del lenguaje, sino, sobre todo, en que uno percibe que ha puesto todo el corazón en la empresa iniciada, y que cuando está trabajando, en su pensamiento no hay lugar para ninguna otra cosa. Nada desarma tanto como esto a los recalcitrantes.

Antes de la guerra, las actividades de Lorentz por la causa de las relaciones internacionales se reducían a presidir congresos de física. Entre ellos, fueron particularmente notorios los Congresos de Solvay, los dos primeros de los cuales se celebraron en Bruselas en 1909 y 1911. Luego llegó la guerra europea, que fue un golpe terrible para todos los que luchaban por mejorar las relaciones humanas. Ya antes de que la guerra terminase, pero sobre todo después de ella, Lorentz se consagró a la tarea de la reconciliación internacional. Sus esfuerzos se centraron en el restablecimiento de una cooperación amistosa y fructífera entre hombres de ciencia, intelectuales y aso-

ciaciones científicas. El individuo ajeno a estas esferas es difícil que pueda hacerse idea de lo ardua que resultaba esta tarea. El resentimiento acumulado en el período de guerra aún no se había desvanecido, y muchos hombres influyentes persistían en la actitud hostil a la que se habían dejado arrastrar por presión de las circunstancias. Los esfuerzos de Lorentz parecían los de un médico con un paciente recalcitrante que se niega a tomar el remedio cuidadosamente preparado para curarle.

Pero Lorentz no se daba por vencido fácilmente una vez convencido de cuál era el camino a seguir. Nada más terminar la guerra, ingresó en el órgano rector del *Conseil de la Recherche,* creado por hombres de ciencia e intelectuales de los países victoriosos, y del que intelectuales, hombres de ciencia y asociaciones científicas de las Potencias Centrales quedaban excluidos. Su objetivo al dar este paso, que constituyó una grave ofensa para el mundo académico de las Potencias Centrales, era el de influir en esta institución para que se ampliase hasta convertirse en algo verdaderamente internacional. Él y otros hombres justos lograron, tras esfuerzos denodados, que se eliminase la ofensiva cláusula de exclusión de los estatutos del *Conseil*. El objetivo, que era la restauración de una cooperación normal y fecunda entre asociaciones científicas, no se logra, sin embargo, porque el mundo académico de las Potencias Centrales, exasperado por diez años de exclusión de casi todas las reuniones científicas internacionales, ha caído en el hábito de mantenerse encerrado en sí mismo. Ahora, sin embargo, hay buenas bases para esperar que el hielo se rompa pronto, gracias al tacto y a los esfuerzos de Lorentz, al que impulsa un entusiasmo puro por la buena causa.

H. A. Lorentz ha dedicado también sus energías al servicio de fines culturales internacionales de otro modo, aceptando un puesto en el Comité de Cooperación Internacional de la Sociedad de Naciones, que se creó hace unos cinco años, con Bergson como presidente. Durante el último año, Lorentz ha presidido este comité, que, con el apoyo activo del Instituto de París, ha de actuar de puente, en el campo de las actividades intelectuales y artísticas, entre las diversas esferas de la cultura. También ahí la influencia benéfica de esta personalidad sabia, humana y modesta, cuya máxima, tácita pero fielmente seguida, es, «no dominar, servir», guiará a las gentes por el buen camino.

¡Ojalá su ejemplo contribuya al triunfo de este espíritu!

Discurso ante la tumba de H. A. Lorentz

Lorentz, nacido en 1853, murió en 1928. Este discurso fue publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Estoy ante esta tumba, la tumba del hombre más grande y noble de nuestra época, como representante del mundo académico de habla alemana y, en particular, de la Academia Prusiana de Ciencias, pero, sobre todo, como discípulo y admirador fervoroso. Su genio marcó la ruta desde la obra de Maxwell a los descubrimientos de la física contemporánea, a la que él aportó importantes elementos y métodos.

Moldeó su vida como una exquisita obra de arte hasta en los más mínimos detalles. Su infatigable bondad, su generosidad y su sentido de la justicia, unidos a una comprensión intuitiva y segura de las gentes y de los asuntos humanos, le convirtieron en dirigente en todas las esferas que abordó. Era seguido de buen grado, pues era claro que no se proponía dominar, sino sólo servir. Su obra y su ejemplo seguirán vivos, como inspiración y como ejemplo durante generaciones.

H. A. Lorentz, creador y personalidad

Mensaje pronunciado en Leyden, Holanda, 1953, en la conmemoración del centenario del nacimiento de Lorentz. Publicado en *Mein Weltbild*, Zurich: Europa Verlag, 1953.

Hacia fines de siglo, los físicos teóricos de todos los países consideraban a H. A. Lorentz como el más destacado de todos ellos, y con toda razón. Los físicos de nuestra época no tienen, en general, plena conciencia del papel decisivo que jugó H. A. Lorentz en la estructuración de las ideas fundamentales de la física teórica. La razón de este extraño hecho es que las ideas básicas de Lorentz han llegado a ser tan familiares que resulta difícil advertir lo audaces que fueron y hasta qué punto han simplificado los fundamentos de la física.

Cuando H. A. Lorentz inició su labor investigadora, se había impuesto ya la teoría del electromagnetismo de Maxwell. Pero la extraña complejidad de los principios fundamentales de esta teoría impedía explicar claramente sus rasgos esenciales. Aunque el con-

cepto de campo había desplazado realmente al concepto de acción a distancia, los campos eléctricos y magnéticos aún no se concebían como entidades primarias, sino más bien como estados de la materia ponderable, tratada, posteriormente, como un continuo. En consecuencia, el campo eléctrico se descomponía en la fuerza de campo y el desplazamiento dieléctrico. En el caso más simple, estos dos campos estaban conectados por la constante dieléctrica, pero en principio se los trataba y se los consideraba entidades independientes. El campo magnético recibía un tratamiento similar. Y a esta idea básica correspondía la actitud de tratar el espacio vacío como un caso especial de materia ponderable en el que la relación entre fuerza de campo y desplazamiento resultaba ser particularmente simple. Esta interpretación tenía como consecuencia que los campos magnético y eléctrico no pudiesen concebirse con independencia del estado de movimiento de la materia, que actuaba de agente portador del campo.

El estudio de los trabajos de H. Hertz sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento nos proporciona una buena visión de la interpretación de la electrodinámica de Maxwell entonces predominante.

Ahí llega la decisiva simplificación de la teoría por parte de H. A. Lorentz, quien basó sus investigaciones, con intachable coherencia, en las siguientes hipótesis:

> La sede del campo electromagnético es el espacio vacío. En él sólo hay un vector de campo eléctrico y un vector de campo magnético. Forman este campo cargas eléctricas atómicas sobre las que el campo a su vez aplica fuerzas ponderomotrices. La única conexión entre el campo electromagnético y la materia ponderable nace del hecho de que las cargas eléctricas elementales están estrictamente ligadas a partículas atómicas de materia. Para los átomos se cumplen las leyes del movimiento de Newton.

Sobre esta base simplificada, Lorentz edificó una teoría completa de todos los fenómenos electromagnéticos entonces conocidos, incluyendo los de la electrodinámica de los cuerpos en movimiento. Es un trabajo de una coherencia, una lucidez y una belleza que muy pocas veces se alcanzan en una ciencia empírica. El único fenómeno que no pudo explicarse del todo sobre esta base, es decir, sin supues-

tos adicionales, fue el famoso experimento de Michelson-Morley. Sin la localización del campo electromagnético en el espacio vacío es muy probable que este experimento no hubiese llevado a la teoría de la relatividad restringida. En realidad, el paso esencial consistió en reducir el electromagnetismo a las ecuaciones de Maxwell en el espacio vacío o (tal como se decía en la época) en el éter.

H. A. Lorentz descubrió incluso la «transformación de Lorentz», que recibió su nombre, aunque sin identificar su carácter de grupo. Para él, las ecuaciones de Maxwell en el espacio vacío sólo se sostenían en un sistema determinado de coordenadas que se diferenciaba de los demás sistemas por su estado de reposo. Era una situación verdaderamente paradójica porque la teoría parecía limitar el sistema inercial aún más que la mecánica clásica. Esta circunstancia, que parecía carente por completo de base desde el punto de vista empírico, había de llevar a la teoría de la relatividad restringida.

Gracias a la generosidad de la Universidad de Leiden, pasé frecuentes temporadas allí con mi querido e inolvidable amigo, Paul Ehrenfest. Tuve así oportunidad de asistir muchas veces a las conferencias que Lorentz daba periódicamente a un pequeño círculo de jóvenes colegas cuando ya se había retirado de su cátedra. Todo lo que salía de aquella mente superior era tan lúcido y bello como una gran obra de arte; y lo exponía con una facilidad y una sencillez que en nadie más he visto.

Si nosotros, de jóvenes, hubiésemos conocido a H. A. Lorentz sólo por su inteligencia, nuestra admiración y respeto por él habrían sido excepcionales. Pero lo que yo siento cuando pienso en H. A. Lorentz es mucho más que eso. Él significaba para mí más, personalmente, que ninguna otra persona que haya conocido en mi vida.

Además de dominar la física y las matemáticas, tenía un absoluto control de sí mismo, sin esfuerzo ni tensión. Su insólita y absoluta carencia de debilidades humanas jamás tuvo un efecto deprimente sobre los demás. Todos percibían su superioridad pero nadie se sentía agobiado por ella. Aunque no se hacía ilusiones sobre la gente ni sobre los asuntos humanos, desbordaba amabilidad hacia todos y todo. Jamás daba impresión de dominio, siempre de servicio y de ayuda. Era sumamente perspicaz y no permitía que nada asumiese una importancia inmerecida; le protegía un humor sutil, que se reflejaba en sus ojos y en su sonrisa. Y, no obstante, pese a toda su devoción por la ciencia, estaba convencido de que nuestra inteligencia

no podía penetrar con demasiada profundidad en la esencia de las cosas. Sólo últimamente he sabido valorar plenamente esta actitud entre escéptica y humilde.

Pese a mis honradas tentativas, descubro que el lenguaje (o al menos mi lenguaje) no puede hacer justicia al tema de este corto escrito. En consecuencia, me limitaré a citar dos breves aforismos de Lorentz que me impresionaron muy en especial:

> «Me hace feliz pertenecer a una nación que es demasiado pequeña para cometer grandes locuras.»

A un hombre que durante la Primera Guerra Mundial intentó convencerle, en una conversación, de que, en la esfera humana, el poder y la fuerza determinan el destino, le dijo lo siguiente:

> «Es posible que tengas razón. Pero yo no querría vivir en un mundo así.»

En memoria de Marie Curie

Discurso para la Curie Memorial Celebration, Roerich Museum, Nueva York, 23 de noviembre de 1935. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Cuando una personalidad tan destacada como la señora Curie llega al fin de sus días, no debemos darnos por satisfechos sólo con recordar lo que ha dado a la humanidad con los frutos de su trabajo. Las cualidades morales de una personalidad tan destacada como la suya, quizá tengan un significado aún mayor para nuestra generación y para el curso de la historia, que los triunfos puramente intelectuales. Hasta estos últimos dependen, en un grado mucho mayor de lo que suele creerse, de la talla del personaje.

Fue una gran suerte para mí poder relacionarme con la señora Curie durante veinte años de sublime y perenne amistad. Su grandeza humana me admiró cada vez más. Su fuerza, la pureza de su voluntad, su austeridad para consigo misma, su objetividad, su juicio incorruptible..., todas estas cualidades eran de un carácter tal que pocas veces se hallan en un mismo individuo.

Se consideraba servidora de la sociedad, y su gran modestia jamás cedía a la complacencia. Le agobiaba un sentimiento profundo de las crueldades y desigualdades de la sociedad. Era esto lo que le daba aquel aspecto exterior severo, que tan fácilmente confundía a quienes no la conocían..., una curiosa severidad sin el alivio de un toque artístico. Cuando consideraba correcta determinada vía, la seguía sin compromiso y con tremenda tenacidad.

El mayor descubrimiento científico de su vida (demostrar la existencia de elementos radiactivos y aislarlos) no sólo se debe a su audaz intuición, sino a su entrega y tenacidad en la tarea bajo unas condiciones de lo más extremas y duras que pueda imaginarse, condiciones que pocas veces se han dado en la historia de la ciencia experimental.

Si la fuerza de carácter y la devoción de la señora Curie estuviesen vivas en los intelectuales europeos, aunque sólo fuese en una pequeña proporción, Europa tendría ante sí un futuro más brillante.

Mahatma Gandhi

Con ocasión del setenta aniversario del nacimiento de Gandhi, en 1939. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Dirigente de su pueblo, sin apoyo de ninguna autoridad. Político cuyo éxito no se basa en la habilidad ni en el control de instrumentos técnicos, sino simplemente en el poder de convicción de su personalidad. Victorioso luchador que se ha burlado siempre del uso de la fuerza. Hombre de gran sabiduría y humildad, armado de una coherencia y una resolución inflexibles, que ha consagrado todas sus fuerzas a elevar a su pueblo y a mejorar su suerte. Un hombre que se ha enfrentado a la brutalidad de Europa con la dignidad de un simple ser humano, mostrando así siempre su superioridad.

Puede que las futuras generaciones no sean capaces de creer que un hombre como este se haya paseado alguna vez por esta tierra en carne y hueso.

En memoria de Max Planck

Leído en los Max Planck Memorial Services, 1948. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Un hombre al que se le ha otorgado dar al mundo una gran idea creadora, no tiene necesidad alguna de las alabanzas de la posteridad. Su propio logro significa ya un premio superior.

Es bueno, sin embargo (indispensable, realmente), el que se reúnan hoy aquí procedentes de todos los lugares del mundo, representantes de todos los que persiguen la verdad y el conocimiento. Han venido para dar testimonio de que, incluso en esta época nuestra en la que la pasión política y la fuerza bruta cuelgan como espadas sobre las angustiadas y temerosas cabezas de los hombres, la norma de nuestra búsqueda ideal de la verdad se mantiene en alto incólume. Max Planck encarnó con rara perfección este ideal, un lazo que une siempre a científicos de todas las épocas y lugares.

Los griegos habían concebido ya la naturaleza atomística de la materia y los científicos del siglo XIX elevaron su probabilidad en alto grado. Pero fue la ley de la radiación de Planck la que proporcionó la primera determinación exacta (independiente de otros supuestos) de las magnitudes absolutas de átomos. Planck demostró convincentemente que además de la estructura atómica de la materia hay una especie de estructura atómica de la energía gobernada por la constante universal *h,* que él mismo introdujo.

Este descubrimiento se convirtió en base de todas las investigaciones del siglo XX en el campo de la física, y ha condicionado casi por completo su desarrollo.

Sin este descubrimiento no habría sido posible construir una teoría plausible de moléculas y átomos y de los procesos energéticos que rigen sus transformaciones. El descubrimiento ha hecho tambalearse toda la estructura de la mecánica clásica y de la electrodinámica y ha planteado a la ciencia una nueva tarea: la de hallar una base conceptual nueva para toda la física. Pese a notables avances parciales, aún estamos muy lejos de dar una solución satisfactoria al problema.

Al prestar homenaje a este hombre, la Academia Nacional Norteamericana de Ciencias expresa su esperanza de que la investigación libre, la búsqueda del conocimiento puro, pueda proseguir sin obstáculos ni trabas.

Mensaje en honor de Morris Raphael Cohen

Para el Morris Raphael Cohen Student Memorial Fund, 15 de noviembre de 1949.

Señoras y señores:

Fue para mí un placer enterarme de que hay gente en esta turbulenta metrópolis que no está totalmente absorbida por las impresiones del momento. Este simposio es testimonio de que las relaciones entre seres humanos racionales no están amenazadas ni por el pretencioso presente ni por la línea divisoria de los muertos. La mayoría de los más próximos a nosotros no están ya entre los vivos. Hace poco que Morris Cohen figura entre ellos.

Le conocí bien como hombre en extremo consciente y generoso, de carácter independiente en grado sumo y tuve el placer de poder discutir con él con bastante frecuencia problemas de interés común. Pero las veces que intenté explicar algo sobre su personalidad espiritual, comprendí con disgusto que no estaba muy familiarizado con sus procesos mentales.

Para salvar esta laguna (al menos en parte) cogí su libro *Logic and Scientific Method*, que publicó conjuntamente con Ernest Nagel. No lo hice tranquilo, sino con justificada inquietud, pues tenía muy poco tiempo. Pero en cuanto empecé a leer, quedé tan fascinado que el motivo primitivo de mi lectura pasó a ocupar un lugar secundario.

Cuando transcurridas varias horas, volví en mí, me pregunté qué era lo que tanto me había fascinado. La respuesta es muy simple. Los resultados no se ofrecían como algo ya hecho, sino que primero se despertaba la curiosidad científica del lector, exponiendo posibilidades opuestas de enfocar la cuestión. Sólo tras esto se abordaba el problema de clarificar la cuestión mediante un análisis exhaustivo. La honradez intelectual del autor nos hace compartir la lucha interna de su propia mente. Esto es lo que constituye el distintivo del maestro nato. El conocimiento existe en dos formas: inerte y sin vida, almacenado en libros; y vivo, en la conciencia de los seres humanos. Esta segunda forma de existencia es sin duda la básica; la otra, aunque sea indispensable, sólo ocupa una posición inferior.

Segunda parte

Sobre política, gobierno y pacifismo

La internacional de la ciencia

Escrito poco después de la Primera Guerra Mundial. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

En una reunión de la Academia durante la guerra, en una época en la que el nacionalismo y el fanatismo político habían alcanzado su apogeo, Emil Fischer pronunció las siguientes palabras: «Es inútil, caballeros, la ciencia es y sigue siendo internacional». Los científicos de verdadera talla siempre lo han sabido y han creído en ello apasionadamente, aun cuando en épocas de conflicto político puedan haber quedado aislados entre sus colegas de menos altura. Durante la guerra, en todos los bandos, este grupo de ciudadanos traicionó su sagrada misión. La Asociación Internacional de Academias se desmoronó. Se celebraron congresos, aún siguen celebrándose, de los que se excluyó y excluye a los colegas de países antaño enemigos. Consideraciones políticas, expuestas con gran solemnidad, impiden el triunfo de las formas de pensamiento puramente objetivas, sin las cuales se verán inevitablemente frustrados nuestros objetivos.

¿Qué puede hacer la gente bien intencionada, los que son inmunes a las tentaciones pasionales del momento, para reparar el daño? Con la mayoría de los científicos en plena efervescencia emocional, aún no pueden celebrarse congresos verdaderamente internacionales a gran escala. Los obstáculos psicológicos que impiden la restauración de las asociaciones internacionales de trabajadores científicos, son aún demasiado formidables para que pueda superarlos

esa minoría cuyas ideas y sentimientos son de carácter más amplio. Hombres de este tipo suelen ayudar en la gran tarea de reconstruir las sociedades internacionales y de devolverles la salud manteniendo estrecho contacto con los individuos de ideas similares de todo el mundo y defendiendo con firmeza la causa internacional en sus propias esferas. El éxito a gran escala tardará tiempo en llegar, pero llegará, de eso no hay duda. No quiero desaprovechar la ocasión de rendir homenaje, en particular, al gran número de colegas ingleses cuyo deseo de conservar los vínculos fraternales entre científicos ha seguido vivo durante todos estos difíciles años.

La actitud de los individuos es siempre mejor que las declaraciones oficiales. Los hombres de buena voluntad han de tenerlo en cuenta para no desanimarse. Recuérdese aquello de: *Senatores boni viri, senatus autem bestia*.

Si tengo tantas esperanzas puestas en el futuro de una organización internacional, tal sentimiento no se basa tanto en la confianza que me inspiran la inteligencia y las elevadas miras del hombre, como en la presión imperativa de los acontecimientos económicos. Y puesto que estos son fruto en parte del trabajo de los científicos más retrógrados, también ellos ayudarán a crear, sin quererlo, la organización internacional de la ciencia.

Una despedida

Carta escrita por Einstein en 1923, cuando dimitió del Comité de Cooperación Intelectual de la Sociedad de Naciones. Albert Dufour-Feronce, por entonces alto funcionario del ministerio de asuntos exteriores alemán, sería posteriormente primer subsecretario alemán en la Sociedad de Naciones. En 1924, Einstein, para contrarrestar el uso interesado que los nacionalistas alemanes habían hecho de su decisión anterior de dimitir, volvió a ingresar en el Comité de Cooperación Intelectual. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Al representante alemán en la Sociedad de Naciones

Distinguido señor Dufour-Feronce:

No puedo dejar de contestar a su amable carta, pues de no hacerlo podría usted interpretar erróneamente mi actitud. El motivo por

el que decidí no volver a Ginebra es el siguiente: la experiencia me ha enseñado, por desgracia, que la Comisión, en su conjunto, no se propone seriamente ningún objetivo concreto en la tarea de mejorar las relaciones internacionales. Me parece más que nada una encarnación del principio *ut aliquid fieri oideatur.* La Comisión me parece peor incluso, en este sentido, que la propia Sociedad de Naciones.

Fue precisamente porque deseo trabajar con todas mis fuerzas en la creación de una organización supranacional capaz de regular y arbitrar asuntos internacionales, y por serme tan caro ese objetivo, por lo que me vi obligado a abandonar la Comisión.

La Comisión ha dado su apoyo a la opresión de las minorías culturales de todos los países, haciendo que se organizase en cada uno de ellos una Comisión Nacional, como su canal único de comunicación con los intelectuales del país. Ha abandonado, en consecuencia, deliberadamente, la tarea de prestar apoyo moral a las minorías nacionales en su lucha contra la opresión cultural.

Además, la actitud de la Comisión en la lucha contra las tendencias chauvinistas y militaristas que impregnan la educación en diversos países ha sido tan tibia que no puede esperarse de ella ningún resultado apreciable en esta importantísima cuestión.

La Comisión se ha abstenido siempre de dar apoyo moral a quienes se han lanzado sin reservas a trabajar por un orden internacional radicalmente nuevo y contra todo sistema militar.

La Comisión nunca ha hecho tentativa alguna de oponerse al nombramiento de miembros con opiniones contrarias a las que, en cumplimiento de sus obligaciones, deberían defender.

No quiero aburrirlo con más razones, pues considero que con estas breves aclaraciones comprenderá usted ya de sobra los motivos de mi resolución. No es cosa mía redactar un pliego de cargos; sólo pretendo explicar mi postura. Puede usted estar seguro de que si albergase aún alguna esperanza, actuaría de otro modo.

El Instituto para la Cooperación Intelectual

Escrito probablemente en 1926 con motivo de la inauguración en París del Instituto para la Cooperación Intelectual. A este le sucedió la UNESCO en 1945. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Los políticos europeos más destacados han sacado este año por primera vez las lógicas conclusiones, tras comprender que nuestro continente sólo puede recuperar su prosperidad si cesa la lucha latente entre las naciones. Hay que fortalecer la organización política de Europa, acabando poco a poco con las barreras aduaneras. Este gran objetivo no puede lograrse sólo con tratados entre países. Ante todo hay que preparar la mentalidad de la gente. Hemos de procurar despertar poco a poco un sentimiento de solidaridad que no se detenga, como hasta ahora, en las fronteras. Fue con este propósito con el que la Sociedad de Naciones creó la *Commission de Coopération Intellectuelle*. Esta organización debía ser un organismo estrictamente internacional y sin ningún contenido político, encargado de poner en contacto a los intelectuales de todas las naciones, aislados por la guerra. La tarea resultó difícil; he de admitir, desgraciadamente, que (al menos en los países que yo conozco mejor) los artistas e intelectuales se dejan arrastrar por pasiones nacionalistas mucho más que los hombres de negocios.

Esta Comisión se ha reunido hasta ahora dos veces por año. Para dar mayor eficacia a su labor, el gobierno francés ha decidido fundar un Instituto para la Cooperación Intelectual permanente, que acaba de inaugurarse. Es un acto generoso del gobierno francés y merece, por ello, el agradecimiento de todos.

Es una tarea cómoda y grata alegrarse y alabar y no decir nada sobre lo que uno lamenta o desaprueba. Pero sólo la sinceridad puede hacer que nuestra tarea progrese y, en consecuencia, quiero añadir a mi felicitación una crítica:

He tenido a diario ocasión de observar que el mayor obstáculo que ha de afrontar nuestra Comisión en su tarea es la falta de confianza en su imparcialidad política. Hemos de hacer todo lo posible por fortalecer esta confianza y evitar todo lo que pueda dañarla.

En consecuencia, si el gobierno francés crea y sostiene, en París, un instituto con fondos públicos como órgano permanente de la Comisión, con un francés como director, lo natural es que se piense que predomina en la Comisión la influencia francesa. Esta impresión se ve fortalecida aún más por el hecho de que hasta ahora el presidente de la propia Comisión ha sido también un francés. Aunque se trata de hombres del mayor prestigio, respetados y estimados en todas partes, la impresión persiste.

Dixi et salvavi animam meam. Deseo de todo corazón que el nuevo Instituto, en coordinación constante con la Comisión, logre alcan-

zar sus fines comunes y granjearse la confianza y el reconocimiento de los intelectuales de todo el mundo.

Reflexiones sobre la crisis de la economía mundial

Einstein escribió este artículo, y los dos siguientes, durante la crisis económica mundial de los años treinta. Aunque las condiciones actuales no son las mismas y algunas de las soluciones propuestas han sido utilizadas por varios países, creemos que deben incluirse estos artículos. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Si hay algo que pueda dar a un lego en el campo de la economía valor para emitir una opinión sobre el carácter de las alarmantes dificultades económicas del presente, es la descorazonadora confusión de opiniones que reina entre los expertos. Lo que yo diré no es nuevo, y no pretende ser más que la opinión de un hombre honrado e independiente que, sin el peso de prejuicios de nacionalidad o clase, sólo desea el bien de la humanidad y un marco lo más armonioso posible para la vida humana. Si en lo que sigue escribo como si estuviera seguro de la verdad de lo que digo, se debe únicamente al deseo de expresar las cosas del modo más simple. No se debe a una confianza injustificada en las propias opiniones ni a una fe en la infalibilidad de mi visión intelectual, un tanto simple, de problemas que son, en realidad, excepcionalmente complejos.

Esta crisis, tal como yo lo veo, tiene un carácter distinto a las crisis anteriores, por basarse en una serie de condiciones totalmente nuevas, nacidas del rápido progreso de los métodos de producción. Actualmente sólo se necesita una fracción del trabajo humano disponible en el mundo para la producción del volumen total de bienes de consumo necesarios para la vida. Este hecho, en un sistema económico de *laisez-faire* absoluto, tiene que generar paro.

Por razones que no me propongo analizar aquí, la mayoría de los seres humanos se ven obligados a trabajar a cambio del mínimo necesario para cubrir sus necesidades básicas. Si dos fábricas producen el mismo tipo de artículos, manteniendo igual todo lo demás, producirá más barato la que emplee menos trabajadores..., es decir, la que haga trabajar al obrero al máximo de su capacidad. De esto se deduce inevitablemente que, con métodos de producción como los

actuales, sólo puede utilizarse una porción del trabajo disponible. Por una parte, se impone a esta porción de trabajadores un régimen de trabajo muy duro, mientras se excluye automáticamente a los demás del proceso de producción. Esto lleva a un descenso de las ventas y de los beneficios. Los negocios se hunden, lo cual aumenta aún más el paro, disminuye la confianza en las actividades industriales y bancarias y, por último, los bancos deben suspender pagos por la brusca retirada de los depósitos, con lo que los engranajes de la industria se paralizan por completo.

La crisis se ha atribuido también a otras causas que consideraremos a continuación.

Superproducción. Hemos de distinguir aquí entre dos cosas: superproducción real y superproducción aparente. Bajo el primer concepto entiendo una producción tan grande que excede a la demanda. Esto quizá pueda aplicarse en este momento a los vehículos de motor y al trigo en Estados Unidos, aunque hasta eso es dudoso. Por «superproducción» suele entender la gente una situación en la que se produce más cantidad de un artículo concreto de lo que puede venderse, dadas las circunstancias, pese a la escasez de bienes de consumo entre los consumidores. Yo a esto le llamo superproducción aparente. En este caso, no es que no haya demanda, sino que el consumidor carece de poder adquisitivo. Esta superproducción aparente no es sino otro modo de designar una crisis y, por tanto, no puede servir para explicarla; en consecuencia, quienes intentan responsabilizar de la presente crisis a la superproducción, no hacen sino jugar con las palabras.

Indemnizaciones. La obligación de pagar indemnizaciones de guerra es un peso agobiante para las naciones deudoras y para sus economías. Las obliga a vender al exterior a bajo precio, con lo cual salen también perjudicadas las naciones acreedoras. Pero la llegada de la crisis a Estados Unidos, a pesar de sus elevados aranceles, demuestra que no puede ser esta la causa principal de la crisis mundial. La escasez de oro en los países deudores, debido a las indemnizaciones por la guerra, puede servir en todo caso de argumento para poner fin a estos pagos; pero no nos proporciona una explicación de la crisis mundial.

Creación de nuevos aranceles. Aumento del gravamen improductivo de la fabricación de armamento. Inseguridad política debida al peligro latente de guerra. Todas estas cosas empeoran considerablemente la situación en Europa sin afectar en realidad a Nor-

teamérica. La aparición de la crisis en Norteamérica muestra que estas no pueden ser sus causas principales.

La decadencia de las dos potencias, China y Rusia. Tampoco su impacto sobre el comercio mundial se ha hecho sentir con demasiada intensidad en Norteamérica y, por tanto, no puede ser la causa principal de la crisis.

El ascenso económico de las clases bajas a partir de la guerra. Esto, suponiendo que fuese verdad, sólo acarrearía una escasez de bienes, no un exceso de producción.

No cansaré al lector enumerando más razones que no explican la crisis. Estoy seguro de una cosa: este mismo progreso técnico que debía aliviar al género humano de gran parte del trabajo necesario para su subsistencia, es la causa principal de nuestras desgracias actuales. Por eso hay individuos que estarían dispuestos a prohibir, con toda seriedad, la introducción de mejoras técnicas. Esto, evidentemente, es absurdo. Pero ¿cómo dar con un medio más racional de resolver nuestro dilema?

Si pudiésemos lograr de algún modo que el poder adquisitivo de las masas, medido en términos reales, no descendiese por debajo de un mínimo determinado, serían imposibles paralizaciones del ciclo industrial como las que hoy estamos padeciendo.

El método lógicamente más simple, aunque también más audaz, de lograrlo, es adoptar una economía totalmente planificada en la que sea la comunidad quien distribuya y produzca los bienes de consumo. Esto es básicamente lo que se está intentando hoy en Rusia. Sólo el tiempo revelará el resultado de esta experiencia. Aventurar una profecía sería una presunción. ¿Pueden producirse con ese sistema bienes tan económicamente como el que deja más libertad a la iniciativa individual? ¿Puede este sistema mantenerse sin el terror que lo ha acompañado hasta ahora, al que ninguno de nosotros, los occidentales, desearíamos exponernos? ¿No tenderá una economía tan centralizada y rígida como esta al proteccionismo y se opondrá a innovaciones ventajosas? Debemos procurar, sin embargo, que estos recelos no nos impidan un juicio objetivo.

Mi opinión personal es que a tales métodos son, en general, preferibles los que respetan las tradiciones y costumbres. Y no creo tampoco que un súbito control de la economía por parte del Gobierno sea beneficioso para la producción. Debería dejarse a la libre inicia-

tiva su esfera de actividad, en tanto no la haya eliminado la propia industria mediante el artificio de la cartelización.

Hay, sin embargo, dos aspectos en los que debería limitarse esta libertad económica. Debería reducirse por ley el número de horas de trabajo semanales en todos los ramos de la industria hasta acabar por completo con el paro. Deberían fijarse al mismo tiempo salarios mínimos, de modo que el poder adquisitivo de los trabajadores se correspondiera con la producción.

Además, en las industrias monopolistas el Estado debería controlar los precios para que una acumulación excesiva del capital no estrangulara de forma artificial la producción y el consumo,

De este modo, quizá fuese posible alcanzar un equilibrio justo entre producción y consumo, sin limitar en exceso la libre iniciativa y poniendo coto, al mismo tiempo, al despotismo intolerable a que los propietarios de los medios de producción (tierra y maquinaria) someten a los asalariados, en el sentido más amplio del término.

Producción y poder adquisitivo

Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

No creo que la solución de nuestros problemas actuales estribe en conocer la capacidad productiva y de consumo de un país, porque este conocimiento lo más probable es que, en lo esencial, llegue demasiado tarde. Por otra parte, no creo que el problema de Alemania sea la hipertrofia del sistema de producción, sino la falta de poder adquisitivo de gran parte de la población, que se ha visto marginada del proceso productivo por la reorganización racional de la industria.

Yo creo que el patrón oro tiene el grave inconveniente de que una escasez en el suministro del metal produce automáticamente una contracción del crédito y también del volumen de efectivo en circulación, contracción a la que precios y salarios no pueden ajustarse con la suficiente rapidez.

Las soluciones naturales a nuestros problemas son, a mi juicio, las siguientes:

1) Una reducción obligatoria de las horas de trabajo, graduada en cada sector de la industria, para erradicar el paro, junto con la

introducción de un salario mínimo a fin de equiparar el poder adquisitivo de las masas a la cuantía de bienes disponibles.

2) Control del volumen de dinero en circulación y del volumen de crédito, de modo que los precios permanezcan estables, aboliendo todo patrón monetario.

3) Limitación obligatoria de los precios de los artículos que han quedado prácticamente al margen de la libre competencia por la formación de monopolios o cárteles.

Producción y trabajo

Respuesta a un informe. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El problema fundamental es, a mi juicio, la libertad casi ilimitada del mercado de trabajo junto al extraordinario progreso de los métodos de producción. No se precisa todo el trabajo disponible para satisfacer las necesidades del mundo actual. El resultado es el paro y una perniciosa competencia entre los trabajadores, cosas ambas que reducen el poder adquisitivo y desorganizan, en consecuencia, todo el sistema económico.

Sé que los economistas liberales sostienen que todo ahorro de trabajo viene compensado por un aumento de la demanda. Yo no lo creo. Pero aunque así fuese, los factores mencionados operarían siempre forzando el nivel de vida de una gran parte del género humano a un descenso antinatural.

Comparto también vuestra convicción de que es necesario tomar medidas que hagan posible y necesario que los jóvenes participen en el proceso productivo. Además, las personas de edad avanzada deberían quedar excluidas de ciertos tipos de trabajo (el que yo llamo trabajo «no cualificado», recibiendo a cambio una pensión, por haber trabajado ya bastante en bien de la sociedad.

Soy también partidario de acabar con las grandes ciudades, pero no de asentar a individuos de determinado tipo, por ejemplo los ancianos, en poblaciones concretas. Esta idea me parece, francamente, horrible.

Creo también que deben evitarse las fluctuaciones de valor del dinero, sustituyendo el patrón oro por otro basado en determinados

tipos de bienes, seleccionados según las condiciones del consumo, tal como propuso hace tiempo Keynes, si no me equivoco. Con este sistema, sería admisible cierta «inflación», en comparación con la situación monetaria actual, si fuese posible creer que el Estado iba realmente a dar un uso racional a su consiguiente beneficio.

La debilidad de su plan reside, según mi opinión, en los aspectos psicológicos, o más bien en su olvido de ellos. No es accidental que el capitalismo haya traído un progreso no sólo de la producción, sino también de la ciencia. El egoísmo y la competencia son, por desgracia, fuerzas más poderosas que el espíritu cívico y el sentido del deber. Dicen que en Rusia es imposible conseguir un pedazo decente de pan... Quizá sea demasiado pesimista respecto al Estado y a otras formas de asociación comunitaria, pero espero muy poco de ellos. La burocracia es la muerte del progreso. He visto y percibido demasiados avisos aterradores, incluso en un país comparativamente modélico como Suiza.

Soy de la opinión de que el Estado sólo puede prestar un servicio real a la industria como fuerza reguladora y restrictiva. Debe procurar que la competencia entre los trabajadores se mantenga dentro de límites saludables, que todos los niños tengan posibilidad de una educación sólida, y que los salarios sean lo bastante altos para que puedan consumirse los bienes producidos. Pero su función reguladora puede ser decisiva si sus normas de control son elaboradas por especialistas objetivos y políticamente independientes.

Discurso ante una asamblea de estudiantes pacifistas

Pronunciado ante un grupo de estudiantes pacifistas alemanes hacia 1930. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Las generaciones que nos precedieron nos han transmitido una ciencia y una tecnología muy avanzada, don valiosísimo que aporta la posibilidad de que nuestra vida sea más libre y bella de lo que ninguna generación anterior haya logrado. Pero este don trae también consigo peligros para nuestra existencia, que tampoco habían sido igualados en el pasado.

El destino de la humanidad civilizada depende más que nunca de las fuerzas morales que sea capaz de generar. En consecuencia, las tareas con que se enfrenta nuestra época no son, en modo algu-

no, más fáciles que las que culminaron con éxito nuestros inmediatos predecesores.

Hoy podemos producir, con muchísimas menos horas de trabajo, el suministro necesario de alimentos y bienes de consumo. En cambio, se ha hecho mucho más difícil el problema de la distribución del trabajo y de los bienes manufacturados. Todos creemos que el libre juego de las fuerzas económicas, el afán individual incontrolado de riqueza y de poder, ya no conducen automáticamente a una solución aceptable de estos problemas. Hay que organizar la producción, el trabajo y la distribución, siguiendo un plan definido, para evitar que se pierdan valiosas energías productivas y que grandes sectores de la población se empobrezcan y desmoralicen.

Si el sagrado egoísmo sin limitaciones tiene graves consecuencias en la vida económica, es aún peor como criterio para las relaciones internacionales. El desarrollo de métodos mecánicos de guerra ha alcanzado tal nivel que si no descubrimos pronto un medio de impedir la guerra la vida humana resultará insoportable. La importancia de este objetivo sólo es comparable a la ineficacia de los esfuerzos emprendidos para lograrlo.

Se intenta aminorar el peligro limitando los armamentos e introduciendo normas bélicas restrictivas. Pero la guerra no es un juego de salón en el que los jugadores se atengan dócilmente a las reglas. Cuando están en juego la vida y la muerte, normas y obligaciones se tiran por la borda. Lo único que puede servir de algo en este caso es el rechazo absoluto de la guerra. No basta con crear un tribunal internacional de arbitraje. Hay que llegar a tratados que garanticen que todas las naciones, de común acuerdo, harán efectivas las decisiones de ese tribunal. Sin tal garantía, las naciones jamás tendrán el valor de iniciar un desarme en serio.

Supóngase, por ejemplo, que los gobiernos norteamericanos, inglés, alemán y francés instasen al gobierno japonés a paralizar de inmediato sus operaciones bélicas en China, con la amenaza de un boicot económico total. ¿Creéis acaso que el gobierno japonés, fuese cual fuese, estaría dispuesto a correr el riesgo de lanzar a su país a la peligrosa aventura de desafiar tal orden? ¿Por qué no se hace, entonces? ¿Por qué han de temer los individuos y las naciones por su existencia? Porque cada cual busca su propia y mísera ventaja momentánea y se niega a subordinarla al bienestar y al progreso de la comunidad.

Por eso empecé diciendo que el destino del género humano depende más que nunca de su vigor moral. El camino de una existencia gozosa y feliz pasa siempre por la renuncia y el dominio de sí mismo.

¿De dónde puede venir la fuerza para tal proceso? Sólo de los que han tenido la posibilidad de fortalecer su inteligencia en sus años jóvenes y de ampliar su visión mediante el estudio. Por eso nosotros, los miembros de la generación más vieja, pensamos en vosotros y esperamos que luchéis con todas vuestras fuerzas y logréis lo que a nosotros nos fue negado.

La Conferencia para el Desarme de 1932

De *The Nation*, Vol. 133, p. 300. 1931. Publicado el original alemán en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

I

¿Puedo empezar con una declaración de fe política? Es la siguiente: se creó el Estado para servir al hombre, no al hombre para servir al Estado. Lo mismo se puede decir de la ciencia. Son viejos proverbios, acuñados por hombres para quienes la personalidad era el supremo valor humano. No los repetiría aquí si no corriesen el peligro de caer en el olvido, sobre todo en estos tiempos de organización y rutina. Soy de la opinión que el principal deber del Estado es proteger al individuo y darle oportunidad de desarrollar una personalidad creadora.

Es decir, que el Estado debiera ser servidor nuestro y no nosotros esclavos suyos. El Estado transgrede este deber cuando nos obliga por la fuerza al servicio militar y a participar en la guerra, sobre todo porque el efecto y el objeto de esta esclavitud es matar seres humanos de otras naciones, o al menos causar daño al libre desarrollo de sus personalidades. Sólo debemos hacer tales sacrificios en pro del Estado cuando fomenten el libre desarrollo de los seres humanos individuales. A los norteamericanos, esto que he dicho quizá les parezca de perogrullo, pero no así a los europeos. Por eso podemos albergar la esperanza de que la lucha contra la guerra tenga un firme apoyo en Norteamérica.

Y hablemos ahora de la Conferencia para el Desarme. Al pensar en ella, ¿debe uno reír, llorar, o albergar esperanzas? Imaginad una ciudad habitada por ciudadanos irascibles, deshonestos y pendencieros. En tal ciudad, la vida estaría en continuo peligro y eso constituiría un grave obstáculo que impediría un desarrollo armónico. El Ayuntamiento desea remediar esta situación, pese a que todos los concejales y el resto de los ciudadanos insisten en seguir llevando una daga colgada del cinto. Tras años de preparación, el Ayuntamiento decide afrontar la situación y plantea el asunto: «¿Qué longitud y filo podrá tener la daga que lleven los ciudadanos al cinto cuando salgan a dar un paseo?». Mientras los ciudadanos inteligentes no eliminen las agresiones mediante leyes, tribunales y policía, todo seguirá igual. El limitar la longitud y el filo de las dagas sólo ayudará a los más fuertes y a los más agresivos, dejando a su merced a los más débiles. Creo que todos comprenderán el significado de esta parábola. Es cierto que existe una Sociedad de Naciones y un Tribunal de Arbitraje. Pero la Sociedad de Naciones es poco más que un lugar de reunión y el Tribunal no tiene medios para poner en ejecución sus decisiones. Estas instituciones no pueden proteger a ningún país en caso de ataque. Teniendo esto en cuenta, se juzgará con mucho menos rigor la actitud de los franceses, por su negativa a un desarme sin protección.

Si no somos capaces de ponernos de acuerdo y limitar la soberanía de cada Estado individual, obligándolos a todos a emprender una acción conjunta contra cualquier país que, abierta o encubiertamente, incumpla una decisión del Tribunal de Arbitraje, no saldremos nunca de la actual anarquía y terror. Es imposible conciliar la soberanía ilimitada del país individual con la seguridad frente a un ataque. ¿Harán falta nuevos desastres para inducir a los países a obligarse a aplicar todas las decisiones del tribunal internacional reconocido? La evolución de los acontecimientos no justifica hasta ahora albergar grandes esperanzas de mejora en un futuro próximo. Pero todo amigo de la civilización y la justicia debe concentrar sus esfuerzos en convencer a sus semejantes de la necesidad de someter a todos los países a un compromiso internacional de este género.

Se alegará contra esta idea, y no sin cierta justificación, que sobrevalora la eficacia de la organización y menosprecia el factor psicológico o más aún el moral. Al desarme material, insisten muchos, ha

de preceder el desarme espiritual. Dicen además, y con razón, que el mayor obstáculo que se opone a la paz internacional es el espíritu nacionalista monstruosamente exagerado que se encierra en ese vocablo tan sonoro y tan mal empleado, patriotismo. Durante el último siglo y medio, este ídolo ha adquirido en todas partes un poder excesivo de lo más pernicioso. Para valorar esta objeción en sus límites justos, hemos de ver que existe una relación recíproca entre la organización externa y los estados mentales interiores. No sólo se basa la organización en formas tradicionales de sentimiento y debe su origen y supervivencia a ellas, sino que la organización existente ejerce a su vez una poderosa influencia sobre las formas nacionales de sentimiento.

El gran crecimiento del nacionalismo que vemos hoy deplorablemente en todas partes, está, en mi opinión, estrechamente vinculado a la introducción del servicio militar obligatorio, o, para designarlo con su nombre más agradable, los ejércitos nacionales. Un Estado que exige a sus habitantes el servicio militar está obligado a cultivar en ellos un espíritu nacionalista, poniendo así los cimientos psicológicos de su utilidad militar. Debe divinizar ante los jóvenes, en sus escuelas, junto con la religión, su instrumento de fuerza brutal.

Creo, pues, que la introducción del servicio militar obligatorio es causa principal de la decadencia moral de la raza blanca, que no sólo amenaza gravemente la supervivencia de nuestra civilización, sino nuestra misma existencia. La Revolución Francesa nos trajo esta maldición, junto con numerosos beneficios sociales, y arrastró poco después a las demás naciones.

En consecuencia, quienes deseen estimular el espíritu internacionalista y combatir el chauvinismo, deben oponerse al servicio militar obligatorio. ¿Es acaso menos vergonzosa para la humanidad la grave persecución a que se ven hoy sujetos quienes se oponen por causas de conciencia a hacer el servicio militar que aquellas que sufrieron los mártires de la religión en el pasado? ¿Podemos condenar la guerra, como hace el Pacto Kellogg, y dejar al mismo tiempo al individuo en manos de la maquinaria bélica de cada país?

Si, a la vista la Conferencia para el Desarme, no nos limitamos a los problemas técnicos y de organización, sino que abordamos también la cuestión psicológica más directamente desde el punto de vista de los estímulos pedagógicos, debemos procurar crear, con criterio internacionalista, los medios necesarios para que pueda el indi-

viduo negarse a cumplir el servicio militar. Esta medida produciría sin duda un gran efecto moral.

Permítanme resumir mis puntos de vista: el simple acuerdo de limitar el armamento no ofrece garantías de seguridad. Un Tribunal de Arbitraje ha de apoyarse en una fuerza ejecutiva, garantizada por todos los miembros, y dispuesta a actuar contra quien viole la paz, con medidas militares y económicas. Hay que combatir el servicio militar obligatorio como semillero de un nacionalismo pernicioso. Y, sobre todo, hay que proteger a nivel internacional a los objetores de conciencia.

II

Lo que el genio creador del hombre nos ha brindado en los últimos cien años podría habernos ofrecido una vida mucho más placentera y tranquila si el desarrollo de la capacidad de organización hubiese ido a la par del progreso técnico. Tal como están las cosas, en manos de nuestra generación, esos bienes que tanto costó lograr son como una navaja barbera en manos de un niño de tres años. En vez de libertad, la posesión de maravillosos medios de producción ha traído consigo hambre y preocupaciones.

Los resultados del progreso técnico son más perniciosos aún por cuanto proporcionan medios para la destrucción de vidas humanas y del fruto de tanto trabajo, como muy bien pudimos ver las generaciones más viejas, para nuestro horror, en la Gran Guerra. Creo, sin embargo, que la humillante esclavitud en la que la guerra hunde al individuo es más terrible incluso que la destrucción. ¿No es espantoso verse obligado por la sociedad a hacer cosas que todos nosotros como individuos consideramos abominables crímenes? Sólo unos pocos tuvieron la grandeza moral de resistir; a ellos es a quienes considero los verdaderos héroes de la Gran Guerra.

Hay, sin embargo, un rayo de esperanza. Creo que hoy los dirigentes responsables de las naciones desean, en el fondo, con toda sinceridad, abolir la guerra. La resistencia a este paso absolutamente necesario brota de esas tradiciones nacionales desdichadas que se transmiten como una enfermedad hereditaria de generación en generación a través del sistema educativo. Pero el principal vehículo de esta tradición es la instrucción militar y su glorificación, así como ese sector de la prensa controlado por los intereses armamentistas.

Sin desarme no puede haber paz duradera. Y, por el contrario, la continuación de la carrera armamentista a la escala actual llevará inevitablemente a nuevas catástrofes.

Por eso la Conferencia para el Desarme de 1932 decidirá el destino de esta generación y de las próximas. Cuando pensamos en los tristes resultados obtenidos, en conjunto, en conferencias anteriores, es evidente que todo hombre responsable y sensato ha de proclamar, una y otra vez, por todos los medios a su alcance, la trascendental importancia de la Conferencia de 1932. Sólo si los estadistas tienen tras ellos la voluntad de paz de una mayoría decisiva en sus propios países, podrán lograr este gran objetivo, y de formar esta opinión pública somos todos responsables, en todas y cada una de nuestras palabras y acciones.

La Conferencia resultará inútil si los delegados acuden a ella con instrucciones previas inflexibles: imponérselas a la Conferencia se convertirá de inmediato en una cuestión de prestigio. Parece que todos comprenden esto, pues se han hecho reuniones bilaterales entre gobiernos, que han llegado a ser muy frecuentes últimamente, para preparar las bases de la Conferencia mediante conversaciones sobre el problema del desarme. Este medio me parece muy adecuado, pues dos hombres o dos grupos de hombres pueden normalmente analizar las cosas de modo mucho más razonable, sincero y desapasionado cuando no tienen enfrente a un tercero ante quien piensan que han de tener cuidado con lo que dicen. Sólo si se inician reuniones exhaustivas de este género para preparar la Conferencia, si se eliminan así las posibles sorpresas y se crea una atmósfera de confianza con auténtica buena voluntad, podremos esperar un feliz resultado.

En estas grandes cuestiones el éxito no es cuestión de inteligencia, y menos aún de astucia, lo es de honradez y de confianza. Lo moral no puede ser sustituido, gracias a Dios, por la razón.

El individuo no debe limitarse a esperar y criticar. Debe servir a esta causa lo mejor que pueda. El mundo tendrá el destino que merezca.

Estados Unidos y la Conferencia para el Desarme de 1932

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Los norteamericanos de hoy están muy preocupados por los problemas derivados de la situación económica de su propio país. Sus dirigentes más responsables procuran ante todo remediar el grave problema del paro. La idea de que el país esté implicado en la suerte del resto del mundo y, en particular, de la madre patria Europa, está menos viva que nunca.

Pero el libre juego de las fuerzas económicas no vencerá por sí solo automáticamente estas dificultades. La comunidad ha de aplicar normas que impongan una distribución razonable del trabajo y de los bienes de consumo entre todos los seres humanos. Sin esto, la asfixia alcanzará hasta a los habitantes del país más rico. El hecho es que, dado que el volumen de trabajo necesario para cubrir las necesidades de todos es menor gracias a la mejora de los métodos técnicos, el libre juego de las fuerzas económicas ya no genera una situación en la que pueda encontrar empleo todo el trabajo disponible. Son necesarias una organización y una legislación adecuadas para que los resultados del progreso técnico beneficien a todos.

Si la situación económica no puede resolverse sin una reglamentación sistemática, ¡cuánto más necesaria será tal reglamentación para abordar los problemas internacionales de la política! Son pocos ya los que apoyan la idea de que los actos de violencia en forma de guerras sean beneficiosos o dignos de la humanidad como método para resolver problemas internacionales. Pero no somos lo bastante coherentes para defender con energía medidas que pudiesen impedir la guerra, esa reliquia salvaje e indigna de épocas de barbarie. Es necesario cierta capacidad de reflexión para ver claramente el problema, y cierto valor para servir a esa gran causa con resolución y eficacia.

Quien quiera de veras abolir la guerra debe declararse resueltamente partidario de que su propio país renuncie a una parte de su soberanía en favor de instituciones internacionales: Debe estar dispuesto a que su propio país se someta, en caso de disputa, a la decisión de un tribunal internacional. Debe apoyar, sin la menor reserva, un desarme generalizado como el que prevé actualmente el desdichado Tratado de Versalles; y tiene que comprender que si no desaparece la educación militarista y agresivamente patriótica, no podemos albergar ninguna esperanza de progreso.

No hay acontecimiento de los últimos años que refleje mejor la triste situación de los principales países civilizados del mundo que

el fracaso de todas las conferencias de desarme que se han celebrado hasta ahora. Tal fracaso no sólo se debe a las intrigas de políticos ambiciosos y sin escrúpulos, sino también a la indiferencia y a la debilidad de los hombres de todos los países. A menos que esto cambie, desbarataremos todos los triunfos realmente valiosos de nuestros predecesores.

Creo que los norteamericanos no son del todo conscientes de la responsabilidad que pesa sobre ellos en este sentido. No dudan en pensar: «Que Europa se vaya al diablo, si resulta destruida por la maldad y la agresividad de sus habitantes. La buena semilla de nuestro Wilson ha dado una mísera cosecha en la estéril Europa. Somos fuertes, y nuestra posición es segura; no tenemos por qué mezclarnos con tanta prisa en asuntos de otros».

Tal actitud no es noble ni inteligente. Los Estados Unidos son responsables, en parte, de las dificultades de Europa. Al exigir implacablemente sus deudas está acelerando la decadencia económica, y, en consecuencia, moral, de Europa. Norteamérica ha ayudado a balcanizar Europa y comparte, por tanto, la responsabilidad del hundimiento de la moralidad política y del crecimiento de ese espíritu de venganza que nutre la desesperación. Este espíritu no se detendrá a las puertas de Norteamérica..., estuve a punto de decir no se ha detenido. ¡Mirad a vuestro alrededor y estad prevenidos!

La verdad puede expresarse así en pocas palabras: la Conferencia para el Desarme constituye una última esperanza, tanto para vosotros como para nosotros, de conservar lo mejor que ha producido la civilización. Y es en vosotros, por ser los más fuertes y comparativamente los más sólidos de entre nosotros, en quienes se centran todas las miradas y las esperanzas.

La cuestión del desarme

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El mayor obstáculo para el éxito del plan de desarme fue que la gente, en general, ignoró las principales dificultades del problema. Casi todo se logra por etapas: ¡el paso, por ejemplo, de la monarquía absoluta a la democracia! Pero nos encontramos aquí con un objetivo que no puede lograrse paso a paso.

Mientras subsista la posibilidad de guerra, las naciones insistirán en estar lo mejor preparadas que puedan militarmente, para salir triunfantes del próximo conflicto. Tampoco será posible impedir que se eduque a los jóvenes en tradiciones belicistas y se cultive en ellos la mezquina vanidad nacional y la glorificación del espíritu guerrero, si han de estar preparados para el momento en que sea necesario tal espíritu en la guerra. Armarse no es apoyar la paz, sino la guerra y prepararse para ella. En consecuencia, la gente no se desarmará paso a paso; o se desarman de una vez o nunca habrá desarme.

El logro de un cambio tan radical en la vida de las naciones presupone un gran esfuerzo moral y exige apartarse deliberadamente de una tradición profundamente enraizada. Todo el que no esté dispuesto a que la suerte de su país, en caso de conflicto, dependa por completo de las decisiones de un tribunal internacional de arbitraje, y a suscribir un acuerdo en este sentido sin ninguna reserva, no está realmente decidido a evitar la guerra. Es una cuestión de todo o nada.

Es indudable que las tentativas previas de asegurar la paz han fracasado por proponerse compromisos insuficientes.

El desarme y la seguridad sólo pueden lograrse unidos. La única garantía de seguridad es que todas las naciones se propongan cumplir las decisiones de la autoridad internacional.

Estamos, en consecuencia, en una encrucijada. El que tomemos el camino de la paz o sigamos el viejo camino de la fuerza bruta, tan indigno de nuestra civilización, depende de nosotros mismos. La libertad del individuo y la seguridad de la sociedad nos llaman por un lado. Por el otro, nos amenazan la esclavitud del individuo y la aniquilación de nuestra cultura. De nuestros méritos dependerá nuestro destino.

Del Tribunal de Arbitraje

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El desarme sistemático en un plazo breve sólo es posible si todas las naciones garantizan la seguridad de cada una de ellas, con base en un Tribunal de Arbitraje permanente, independiente de los gobiernos.

Compromiso incondicional de todos los países, no sólo de aceptar las decisiones de ese tribunal, sino de aplicarlas.

Tribunal de Arbitraje independiente para Europa y África, otro para América y otro para Asia (Australia debería adscribirse a uno de estos). Un Tribunal de Arbitraje conjunto para cuestiones relacionadas con problemas que no puedan resolverse dentro de los límites de una de estas tres zonas concretas.

A Sigmund Freud

Carta personal escrita hacia 1931 o principios de 1932. La respuesta de Freud, escrita en septiembre de 1932, constaba de treinta y siete páginas. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Estimado señor Freud:

Es admirable cómo su anhelo por captar la verdad ha superado en usted cualquier otro anhelo. Usted ha mostrado con asombrosa lucidez lo inseparablemente unidos que están en la psique humana los instintos agresivos y destructores y los de amor y vida. Pero, al mismo tiempo, a través de sus argumentos, de su lógica poderosa, alumbra un profundo anhelo de lograr el gran objetivo de que la humanidad se libere de la guerra, tanto interna como externamente. Han perseguido este gran objetivo todos los que han sobresalido moral e intelectualmente, por encima de las limitaciones de su época y su país; de todos, sin excepción, desde Jesucristo a Goethe y a Kant. ¿No es significativo el que tales hombres fueran reconocidos por todos como maestros, aunque sus esfuerzos para moldear el curso de las relaciones humanas tuviesen sólo un éxito reducido?

Estoy seguro de que los grandes hombres, aquellos cuyos logros en cualquier esfera, por limitada que sea, les sitúan por encima de sus semejantes, comparten en asombrosa medida el mismo ideal. Pero tienen poca influencia en el curso de los acontecimientos políticos. Parece casi como si el destino de las naciones haya de cederse inevitablemente a la violencia y a la irresponsabilidad de los dirigentes políticos.

Estos y los gobiernos deben en parte sus investiduras a la fuerza y en parte a la elección popular. No pueden considerarse representativos de los mejores elementos, desde un punto de vista moral o

intelectual, de sus respectivas naciones. En estos tiempos, la élite intelectual no tiene ninguna influencia directa en la historia de los pueblos; su falta de cohesión le impide tomar parte activa en la solución de los problemas contemporáneos. ¿No cree usted que podría lograrse un cambio en este estado de cosas mediante una asociación libre de individuos cuyas obras y acciones constituyan una garantía de su capacidad y pureza de ánimo? Esta asociación de carácter internacional, cuyos miembros habrían de mantenerse en contacto mediante un intercambio constante de opiniones, podría, definiendo su actitud en la prensa (la responsabilidad correspondería siempre a los signatarios en cada ocasión) ejercer una influencia moral saludable y considerable en la solución de los problemas políticos. Una asociación de este género sería, sin duda, víctima de todos los males que suelen destruir las asociaciones culturales, peligros inseparablemente ligados a las imperfecciones de la naturaleza humana. Pero ¿no hay que intentarlo pese a todo? Para mí, tal empresa es un deber imperativo.

Si pudiera formarse una comunidad intelectual de tal categoría, habría que hacer un gran esfuerzo a través suyo para movilizar a las organizaciones religiosas en la lucha contra la guerra. Sería un estímulo para muchos cuyas buenas intenciones quedan paralizadas hoy por una resignación melancólica. Creo, por último, que una asociación de este género, una asociación de personas que gozasen de gran estima en su propio campo, podría muy bien prestar un valioso apoyo moral a los sectores de la Sociedad de Naciones que se consagran al gran objetivo que está en la base de la existencia de esa institución.

He preferido exponerle a usted estos planes antes que a ningún otro intelectual del mundo porque usted es, entre todos los hombres, el menos propenso a ser víctima de sus propios deseos porque su juicio crítico se apoya en un altísimo sentido de la responsabilidad.

Paz

Desde que se escribió este artículo, se ha admitido en general que el punto de vista expuesto en él, y predominante en la década de los años treinta, es una interpretación excesivamente estrecha. Sin embargo, la conclusión aún se mantiene en pie. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Los hombres realmente grandes de las generaciones que nos precedieron, percibieron que era muy importante garantizar la paz internacional. Pero los adelantos técnicos de nuestra época han convertido este postulado ético en una cuestión de vida o muerte para la humanidad civilizada, y en un deber moral el tomar parte activa en la solución del problema de la paz, deber que ningún hombre consciente puede eludir.

Hemos de tener en cuenta que los poderosos grupos industriales interesados en la fabricación de armamento están haciendo todo lo posible, en todos los países, para impedir un arreglo pacífico de las disputas internacionales, y que los gobiernos sólo pueden lograr la paz si están seguros del respaldo incondicional de la mayoría de su pueblo. En estos tiempos de gobierno democrático, el destino de las naciones depende de los pueblos mismos; cada uno de nosotros debe tenerlo siempre en cuenta.

El problema del pacifismo

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Señoras y señores:

Me alegra mucho tener esta oportunidad de decirles unas palabras sobre el problema del pacifismo. La evolución de los acontecimientos en los últimos años nos ha demostrado una vez más lo poco justificada que es la actitud de quienes dejan la lucha contra los armamentos y contra el espíritu bélico a los gobiernos. Por otra parte, la formación de grandes organizaciones con muchos miembros poco puede acercamos a nuestro objetivo. Soy de la opinión que el mejor método, en este caso, es el violento: objeción consciente, con el respaldo de organizaciones que den apoyo moral y material a los valerosos objetores de conciencia en cada país. De este modo, lograremos convertir el problema del pacifismo en un problema agudo, una verdadera lucha hacia la que se sentirán atraídos los espíritus fuertes. Es una lucha ilegal, pero es luchar por los verdaderos derechos de las gentes contra los gobiernos que exijan actos criminales a sus ciudadanos.

Muchos de los que se consideran buenos pacifistas rechazarán este pacifismo radical con argumentos patrióticos. Esos individuos

no son de fiar en un momento de crisis, tal como demostró sobradamente la Guerra Mundial.

Les agradezco muchísimo el que me hayan concedido esta oportunidad de exponer personalmente mis puntos de vista.

Del servicio militar obligatorio

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

De una carta.

En vez de concederse permiso a Alemania para instaurar el servicio militar obligatorio, debería prohibirse en las demás naciones: no debería haber más que ejércitos profesionales, cuyo tamaño y equipo se acordasen en Ginebra. Además, esto sería mejor para Francia que verse obligada a permitir el servicio militar obligatorio en Alemania. Podría evitarse así el fatídico efecto psicológico de la educación militar sobre el pueblo y la consiguiente violación de los derechos individuales.

Sería, además, mucho más fácil para dos países aceptar un arbitraje vinculante para la solución de todas las disputas nacidas de sus relaciones mutuas, y combinar estas fuerzas profesionales en una organización única con unidades mixtas. Esto sería un alivio financiero y aumentaría la seguridad de ambas partes. Tal arreglo podría ampliarse abarcando cada vez más países y desembocar, por último, en una policía internacional, que se reduciría gradualmente al aumentar la seguridad internacional.

¿Quiere discutir esta propuesta con nuestros amigos con el fin de que vaya hablándose de ello? No insisto, por supuesto, lo más mínimo sobre esta propuesta concreta. Pero considero esencial que elaboremos un programa eficaz y positivo; es poco probable que una política puramente negativa produzca resultados prácticos.

Las mujeres y la guerra

Respuesta a mujeres norteamericanas. El «civil indefenso» es Albert Einstein. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Soy de la opinión de que, en la próxima guerra, deberían ir al frente las mujeres patriotas en vez de los hombres. Sería, por lo menos, una novedad en este lúgubre asunto. Y, además, ¿por qué no habrían de tener estos heroicos sentimientos del bello sexo un desahogo más pintoresco que los ataques a un civil indefenso?

Tres cartas a amigos de la paz

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

I

Ha llegado a mi conocimiento que, movido por su grandeza de espíritu, ha realizado usted una obra espléndida, impulsado por su celo por la humanidad y su destino. Pocos son los que ven con sus propios ojos y sienten con sus corazones. Pero de ellos dependerá que la especie humana se hunda en ese estado de estupor que una multitud fanatizada parece considerar hoy el ideal.

¡Ojalá los pueblos se den cuenta a tiempo de lo mucho que tienen que sacrificar de su autonomía para evitar la lucha de todos contra todos! El poder de la conciencia y del espíritu internacional han demostrado ser insuficientes. Tan débiles son actualmente que toleran acuerdos con los peores enemigos de la civilización. Ciertas complicidades son un crimen contra la especie humana, aunque pasen por sabiduría política. No podemos desesperar de la humanidad, pues somos nosotros mismos seres humanos. Y es un consuelo que existan individuos como usted, a los que uno sabe vivos e infatigables.

II

Sinceramente, una declaración como la que tengo ante mí, en un país que impone el reclutamiento en época de paz, me parece carente de valor. Por lo que hay que combatir es por la supresión universal del servicio militar. ¡Es indudable que la nación francesa ha tenido que pagar un alto precio por la victoria de 1918! Pues esa victoria ha sido, en gran medida, responsable de que haya permanecido inmersa en la más degradante de las esclavitudes.

¡Que sus esfuerzos en esta lucha no cejen un instante! Tiene usted un poderoso aliado en los reaccionarios y militaristas alemanes.

Si Francia apoya el servicio militar obligatorio, será imposible evitar, a la larga, que se introduzca en Alemania. La exigencia de igualdad de derechos por parte alemana, acabará triunfando; y entonces habrá dos esclavos militares alemanes por cada francés; no es una perspectiva muy halagüeña para Francia.

Sólo si logramos abolir por completo el servicio militar obligatorio podremos educar a la juventud en el espíritu de reconciliación, de alegría de vivir y de amor hacia todos los seres vivientes. Creo que si cincuenta mil hombres se negasen, por motivos de conciencia, a servir al ejército al ser llamados a filas, el impacto sería irresistible. Poco puede lograr en este campo el individuo aislado. Aunque tampoco podemos permitir que los mejores de entre nosotros se entreguen indefensos en manos de esa maquinaria tras la que se alzan tres grandes poderes: la estupidez, el miedo y la codicia.

III

La cuestión que aborda usted en su carta es de importancia primordial. La industria del armamento es, sin duda, uno de los mayores peligros que acechan al género humano. Es el poder maligno que se oculta detrás del nacionalismo, que predomina en todas partes...

Quizá se lograse algo con la nacionalización. Pero es muy difícil determinar exactamente qué industrias deberían incluirse. ¿Debería incluirse la industria aeronáutica? ¿Y en qué cuantía habríamos de incluir la metalúrgica y la química?

Respecto a la industria de las municiones y a la exportación de material de guerra, la Sociedad de Naciones se ha esforzado durante años por intentar controlar este detestable tráfico..., bien sabemos con cuán poco éxito. El año pasado pregunté a un famoso diplomático norteamericano por qué no se forzaba al Japón, mediante un boicot comercial, a desistir de su política de fuerza. «Nuestros intereses comerciales son demasiado fuertes», me contestó. ¿Qué puede hacerse por los hombres si son capaces de contentarse con semejante declaración?

¿Cree usted que mis palabras puedan conseguir algo? ¡Qué ilusión! La gente me halaga en la medida en que no molesto. Pero si encauzase mis esfuerzos hacia objetivos que no les gustasen, pasarían de inmediato a atacarme y calumniarme para defender sus intereses. ¡Y la mayoría de los espectadores se mantienen alejados de los focos, los muy cobardes! ¿Ha puesto usted a prueba alguna vez

el valor cívico de sus compatriotas? La consigna que se acepta en silencio es: «Dejemos el asunto y no digamos nada sobre él». Puede usted estar seguro de que haré cuanto esté en mi mano respecto a lo que me indica, pero nada puede lograrse tan de inmediato como usted cree.

Pacifismo activo

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Me considero muy afortunado por el hecho de haber sido testigo de la gran manifestación en pro de la paz que ha realizado el pueblo flamenco. Me siento obligado a decirles a todos los participantes, en nombre de todos los hombres de buena voluntad que piensan en el futuro: «En esta hora de reflexión y despertar de la conciencia, nos sentimos profundamente unidos a vosotros».

No debemos ocultarnos a nosotros mismos que no es posible ningún progreso en la actual situación sin una lucha denodada; el grupo de los que están realmente decididos a hacer algo es minúsculo en comparación con la masa de los tibios y de los engañados. En cambio, los interesados en alimentar la maquinaria de la guerra, forman un grupo muy poderoso; no se detendrán ante nada para conseguir arrastrar a la opinión pública a sus criminales objetivos.

Parece que los gobernantes actuales se proponen en serio lograr una paz permanente. Pero la incesante acumulación de armamento muestra también muy claro que son incapaces de enfrentarse con las fuerzas hostiles que están preparando la guerra. Soy de la opinión de que el remedio sólo puede llegar de los propios pueblos. Si quieren evitar la degradante esclavitud del servicio de guerra, son ellos quienes deben proclamar con voz clara y firme su deseo de un desarme total. Mientras existan ejércitos, cualquier conflicto grave llevará a la guerra. Un pacifismo que no se oponga activamente a que las naciones se armen es y seguirá siendo por necesidad impotente.

¡Ojalá la conciencia y el sentido común de los pueblos despierten, y podamos llegar a un nuevo estadio de la civilización, en que puedan las gentes considerar la guerra como algo pretérito, como una aberración incomprensible de sus antepasados!

Comentarios sobre la situación actual en Europa

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El rasgo distintivo de la actual situación política del mundo, y en particular de Europa, es, en mi opinión, que la evolución política ha fracasado, tanto en hechos como en ideas, por no mantenerse a la par con los imperativos económicos, que han cambiado de carácter en un período de tiempo relativamente breve. Los intereses de cada país deberían subordinarse a los de una comunidad más amplia. La lucha por orientar en este sentido el pensamiento y sentimiento políticos es dura, porque se combate en ella una tradición de siglos. Pero la supervivencia de Europa depende de su éxito. Estoy absolutamente convencido de que una vez superados los obstáculos psicológicos, no será tan difícil resolver los problemas concretos. Lo fundamental para crear la atmósfera adecuada, es la cooperación personal entre los que creemos en ello. ¡Ojalá nuestros esfuerzos logren tender un puente de mutua confianza entre las naciones!

Alemania y Francia

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

La confianza y la colaboración mutua entre Francia y Alemania sólo podrá lograrse si Francia puede tener la seguridad de no sufrir un ataque militar por parte alemana. Pero si Francia plantea tales exigencias, esto sentará muy mal en Alemania.

No obstante, parece posible un procedimiento como el siguiente: dejar que el gobierno alemán, por su propia y libre voluntad, proponga al francés que conjuntamente sugieran a los estados miembros de la Sociedad de Naciones la adopción de las siguientes medidas:

1) Someterse a todas las decisiones del Tribunal Internacional de Arbitraje.
2) Actuar con toda su potencia económica y militar, de acuerdo con los demás miembros de la Sociedad de Naciones, contra cualquier Estado que viole la paz o se oponga a una decisión del Tribunal en pro de la paz del mundo.

Cultura y prosperidad

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Para calcular los daños que la gran catástrofe política ha causado al desarrollo de la civilización, hemos de recordar que la cultura en sus formas más elevadas es una planta delicada que depende de una complicada serie de factores y que sólo florece en unos cuantos lugares en una época dada. Para que florezca es necesario, en primer lugar, cierto grado de prosperidad que permita a un sector de la población trabajar en cosas no directamente necesarias para la vida; en segundo lugar, una tradición moral de respeto a los valores y triunfos culturales, en virtud de la cual las clases que proveen para las necesidades inmediatas de la vida, proporcionen los medios de vida a aquel sector de la población.

Durante el último siglo, Alemania ha sido uno de los países en que se han dado ambas condiciones. Su prosperidad fue, en conjunto, modesta pero suficiente; su tradición de respeto a la cultura, vigorosa. Sobre esta base, la nación alemana ha producido frutos culturales que forman parte integral de la evolución del mundo moderno. Aunque su prosperidad haya desaparecido, aún persiste, básicamente, su tradición. El país se ha visto privado casi por completo de las fuentes de materias primas en que se basaba la existencia de su sector industrial. El excedente necesario para sustentar al trabajador intelectual, ha dejado de pronto de existir. Con ello se hundirá también, inevitablemente, la tradición mencionada y un fecundo semillero de cultura pasará a ser un erial.

Interesa a la especie humana, en la medida en que valora la cultura, impedir este empobrecimiento. Ha de prestar toda la ayuda posible y resucitar esa comunión de sentimientos, arrinconada hoy por el egoísmo nacionalista, para la que los valores humanos tienen una validez independiente de la política y de las fronteras. Con ello se proporcionarán a todos los pueblos las condiciones para que la planta de la cultura pueda existir y dar fruto.

Minorías

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Parece ser un hecho universal que las minorías (sobre todo cuando los individuos que las componen pueden identificarse por sus rasgos físicos) sean tratadas por las mayorías entre las que viven como humanamente inferiores. La tragedia de este destino no reside sólo en el tratamiento injusto a que tales minorías se ven sometidas automáticamente en cuestiones económicas y sociales, sino también en el hecho de que, bajo la poderosa influencia de la mayoría, sucumben a ese prejuicio las propias víctimas. Este segundo aspecto del mal, de aún mayor gravedad, puede superarse con un contacto más íntimo y una educación que oriente a esa minoría en su liberación espiritual.

Los decididos esfuerzos de los negros norteamericanos en este sentido, merecen aprobación y ayuda.

Nosotros, los herederos

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Las generaciones anteriores pudieron considerar el progreso intelectual y cultural simple herencia, fruto de los trabajos de sus antepasados, que hacía la vida más fácil y más bella. Pero las calamidades de nuestra época nos indican que fue esto una ilusión fatal.

Porque hemos comprendido que es necesario luchar denodadamente para que esta herencia de la humanidad sea un beneficio y no una maldición. Pues si antaño bastaba con que el individuo se liberase, en cierta medida, de su egoísmo personal para convertirse en un miembro valioso de la sociedad, hoy debe exigírsele también que supere el egoísmo nacional y el egoísmo de clase. Sólo si alcanza estos objetivos puede contribuir a mejorar la suerte de la humanidad.

En relación con este reto de nuestra era, se hallan en mucha mejor posición los habitantes de un Estado pequeño que los de una gran potencia, porque estos últimos se hallan expuestos, tanto en el campo de la política como en el de la economía, a la tentación de

lograr sus fines por la fuerza bruta. El acuerdo entre Holanda y Bélgica, que es lo único positivo entre los acontecimientos europeos de los últimos años, alienta la esperanza de que las naciones pequeñas jueguen un papel decisivo en la lucha por liberar al mundo del yugo degradante del militarismo, por renuncia al derecho ilimitado de autodeterminación de los países individuales.

Se ha ganado la guerra, pero no la paz

De un discurso pronunciado con ocasión de la cena del Fifth Nobel Anniversary Dinner en el Hotel Astor de Nueva York, 10 de diciembre de1945. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Los físicos se encuentran en una posición no muy distinta a la de Alfred Nobel. Alfred Nobel inventó el explosivo más poderoso que la humanidad había conocido hasta entonces, un medio de destrucción por excelencia. Para compensar, y con objeto de aliviar su conciencia humana, instituyó sus premios para el fomento y logro de la paz. Hoy en día, los físicos que participaron en la construcción del arma más potente y peligrosa de todos los tiempos, se ven acosados por un sentimiento similar de responsabilidad, por no decir de culpa. Y no podemos dejar de prevenir una y otra vez; no podemos ni debemos vacilar en nuestros esfuerzos por lograr que las naciones del mundo, y sobre todo los gobiernos, tomen conciencia del desastre indescriptible que inevitablemente provocarán si no cambian en sus relaciones mutuas y en la tarea de moldear el futuro. Nosotros ayudamos a construir esa arma nueva para impedir que los enemigos de la humanidad lo lograsen antes que nosotros, lo cual, dada la mentalidad de los nazis, habría significado la destrucción y la esclavitud del resto del mundo. Pusimos esta arma en manos de los norteamericanos y de los ingleses como representantes de toda la humanidad, como defensores de la paz y de la libertad. Pero hasta ahora no hemos visto ninguna garantía de paz, no hemos visto ninguna garantía de las libertades que se prometieron a los pueblos en la Carta Atlántica. Se ha ganado la guerra, pero no la paz. Las grandes potencias, unidas en la lucha, están divididas ahora en relación con los acuerdos de paz. Se prometió al mundo liberarlo del miedo,

pero la verdad es que el miedo no ha hecho sino aumentar terriblemente desde que terminó la guerra. Se prometió al mundo liberarlo de carencias y necesidades, pero grandes sectores del mundo se enfrentan hoy con el hambre mientras otros viven en la abundancia. Se prometió a los pueblos que después de la guerra habría liberación y justicia. Pero hemos visto, y seguimos viendo incluso ahora, el triste espectáculo de los ejércitos «liberadores» disparando contra poblaciones que quieren su independencia y que quieren igualdad social, y apoyando en esos países, con la fuerza de las armas, los partidos y personalidades que parecen más proclives a servir intereses encubiertos. Aún se anteponen cuestiones territoriales y disputas de poder, que debían considerarse antiguallas, a las exigencias esenciales del bienestar común y la justicia. Permítaseme que sea más concreto sobre un caso, que no es sino un síntoma de la situación general: el caso de mi propio pueblo, el pueblo judío.

Mientras la violencia nazi se desató sólo, o principalmente, contra los judíos, el resto del mundo contempló la situación pasivamente, e incluso se hicieron tratados y acuerdos con un gobierno claramente criminal como el del tercer Reich. Más tarde, cuando Hitler estaba a punto de apoderarse de Rumania y Hungría, cuando Maidanek y Oswiecim estuvieron en manos aliadas y se hicieron públicos los métodos de las cámaras de gas en todo el mundo, todas las tentativas de rescatar a los judíos rumanos y húngaros fueron inútiles porque el gobierno británico había cerrado las puertas de Palestina a los emigrantes judíos, y no había ningún país que admitiese a aquellas gentes desamparadas. Se les dejó perecer como a sus hermanos y hermanas de los países ocupados.

Jamás olvidaremos los esfuerzos heroicos de los pequeños países, de las naciones escandinavas, de los holandeses, de los suizos y de los individuos de las zonas ocupadas de Europa que hicieron todo lo posible por proteger a los judíos. No olvidamos la actitud humanitaria de la Unión Soviética que fue la única de las grandes potencias que abrió sus puertas a cientos de miles de judíos cuando avanzaban por Polonia los ejércitos nazis. Pero después de que ocurriera todo aquello sin que nadie lo impidiera, ¿cómo están hoy las cosas? Mientras en Europa se distribuyen territorios sin el menor respeto a los deseos de los afectados, lo que queda de la judería europea, una quinta parte de su población de antes de la guerra, ve que aún se le sigue negando el acceso a su asilo de Palestina y se la deja a mer-

ced del hambre y del frío y de la persistente hostilidad. Aún no hay ningún país, ni siquiera hoy, que quiera o pueda ofrecerles un lugar donde puedan vivir en paz y seguridad. Y el hecho de que muchos de ellos sigan aún en las degradantes condiciones de los campos de concentración en que los aliados los mantienen, es prueba suficiente de lo vergonzoso y desesperado de su situación.

Se prohíbe a estas gentes entrar en Palestina esgrimiendo el principio de la democracia, pero, en realidad, las potencias occidentales, al respaldar la prohibición del White Paper, están cediendo a las amenazas y a la presión externa de cinco Estados árabes grandes y escasamente poblados. Resulta profundamente irónico que el ministro de asuntos exteriores inglés diga a los pobres judíos europeos que deben seguir en Europa porque se necesita allí su talento, y, por otra parte, les aconseje que no intenten ponerse a la cabeza para no provocar de nuevo el odio y la persecución. En fin, me temo que ya no pueden evitarlo; con sus seis millones de muertos, han sido empujados a la cabeza de las víctimas nazis, muy en contra de su voluntad.

No es muy halagüeña la imagen de nuestro mundo de postguerra. En lo que respecta a nosotros, los físicos, no somos políticos y nunca hemos deseado mezclarnos en política. Pero sabemos unas cuantas cosas que los políticos no saben. Y creemos nuestro deber exponerlas y recordar a los responsables que no hay salida posible por la vía fácil, que ya no hay tiempo para andar pasito a pasito y aplazar los cambios necesarios para un futuro indefinido. Ya no hay tiempo para mezquinos regateos. La situación exige un valeroso esfuerzo, un cambio radical en nuestra actitud, en la política. Ojalá que el espíritu que impulsó a Alfred Nobel a crear su gran institución, el espíritu de solidaridad y confianza, de generosidad y hermandad entre los hombres, prevalezca en aquellos de cuyas decisiones depende nuestro destino. De otro modo, la civilización quedará sentenciada.

Guerra atómica o paz

Tomado de *Atlantic Monthly*, Boston, noviembre de 1945 y noviembre de 1947. Según versión oral brindada a Raymond Swing.

I

El uso de la energía atómica no ha creado un problema nuevo. Simplemente ha dado carácter de urgencia a la necesidad de resolver un problema que ya existía. Se podría decir que nos ha afectado en un plano cuantitativo y no cualitativo. En la medida en que existen naciones soberanas y poseedoras de una gran fuerza, la guerra es inevitable. No intento decir, con esto, que ahora mismo se producirá una guerra, sino que es seguro que ha de venir. Y esto era verdad aun antes de que la bomba atómica existiera. Lo que ha cambiado es el poder destructivo de la guerra.

No creo que la civilización vaya a desaparecer en una guerra atómica. Quizá perezcan las dos terceras partes de la humanidad, pero no obstante, muchos hombres capaces de pensar sobrevivirán y habrá libros suficientes para empezar de nuevo.

Tampoco creo que el secreto de la bomba deba ser entregado a las Naciones Unidas. Ni creo que deba ser entregado a la Unión Soviética. Cualquiera de estas opciones equivaldría a que un hombre dueño de un capital, deseoso de que otro hombre trabajara con él en una empresa, comenzase dándole a su presunto socio la mitad de su dinero. El segundo hombre podría preferir la creación de una empresa rival, cuando lo que se buscaba era su cooperación. El secreto de la bomba debería ser depositado en manos de un Gobierno mundial y los Estados Unidos tendrían que anunciar de inmediato su disposición favorable a ello. Este gobierno debería ser fundado por los Estados Unidos, la Unión Soviética y Gran Bretaña, las únicas tres naciones poseedoras de un fuerte poderío militar. Estos países tendrían que comprometer en ese gobierno mundial todas sus fuerzas militares. En razón de ser sólo tres los países con gran poder militar, sería muy simple —y no tan complejo, como se dice— establecer el aludido gobierno mundial.

Dado que sólo los Estados Unidos y Gran Bretaña poseen el secreto de la bomba atómica, tendrían que invitar a la Unión Soviética a que preparara y presentara el primer borrador de la constitución de ese gobierno mundial. Así se contribuiría a disipar la desconfianza de los rusos que tienen el convencimiento de que la bomba se mantiene en secreto con el claro propósito de impedir que ellos lleguen a poseerla. Es evidente que el primer borrador no contendrá el tex-

to final, pero habría que dar confianza a los rusos de que un gobierno mundial les garantizaría su propia seguridad.

Lo sensato, dado el caso, sería que esa constitución fuera negociada por un solo ciudadano americano, un solo británico y un solo ruso. Estos representantes tendrían que disponer de consejeros, pero estos darían su opinión sólo cuando les fuera requerida. Estimo que tres hombres pueden redactar una constitución válida y aceptable para todos ellos. Seis o siete personas, o más, podrían fracasar. Después de que las tres grandes potencias hubieran esbozado y aceptado una constitución, las naciones pequeñas serían invitadas a integrarse en ese gobierno mundial. Podrían optar por permanecer fuera pero estoy convencido de que preferirían adherirse al tratado. Como es natural, se les concedería el derecho a proponer cambios en la constitución redactada por los Tres Grandes. Pero los Tres Grandes deberían proseguir con la organización del gobierno mundial, con o sin la presencia de las naciones pequeñas.

El poder de este gobierno mundial abarcaría todas las cuestiones militares y sólo sería necesario un poder más: el de intervenir en países en los que una minoría oprima a la mayoría, porque esto crea la inestabilidad propicia a la guerra. Es necesario buscar soluciones para el tipo de situación que existe en la Argentina y en España. Hay que poner fin al concepto de no intervención, porque acabar con él es una de las maneras de mantener la paz.

El advenimiento del gobierno mundial no deberá esperar a que unas condiciones idénticas de libertad se den en cada una de las tres grandes potencias. Si bien es cierto que en la Unión Soviética gobierna una minoría, no considero que las condiciones internas sean, de por sí, una amenaza para la paz mundial. Es preciso tener presente que el pueblo de Rusia no posee una amplia educación política y que las propuestas de cambio que tiendan a mejorar las condiciones del país han de ser elaboradas por una minoría, en vista de que no existe una mayoría capaz de hacerlo. Si hubiera nacido en Rusia, creo que habría podido adaptarme a esa situación.

Al establecer un gobierno mundial con el monopolio de la autoridad militar, no sería preciso cambiar la estructura de las tres grandes potencias. Las tres personas que intervinieran en la redacción del texto constitucional tendrían que hallar la manera de ajustar sus estructuras previas.

¿Temo una tiranía del gobierno mundial? Sí, desde luego que sí. Pero más miedo aún me produce la idea del advenimiento de una guerra nueva y total. Hasta cierto punto, cualquier gobierno puede ser pernicioso. Pero un gobierno mundial es preferible a la perniciosidad mucho mayor de las guerras, en especial habida cuenta de su intensificado poder de destrucción. Si tal gobierno no quedara establecido a través de un proceso de entendimiento mutuo, creo que llegaría a existir, de todas maneras, y bajo una forma mucho más peligrosa. Porque la guerra o las guerras llegarán a su fin cuando una potencia se erija como suprema dominadora del resto del mundo, gracias a su tremenda fuerza militar.

Ahora somos dueños del secreto atómico; no debemos perderlo y a ello nos arriesgaríamos si lo entregáramos a las Naciones Unidas o a la Unión Soviética. Pero tan pronto como sea posible, debemos poner en claro que no mantenemos la bomba en secreto para sostener nuestro poderío, sino con la esperanza de establecer la paz, constituyendo un gobierno mundial. Nos corresponde realizar los mayores esfuerzos para concretar este tipo de gobierno.

Tengo noticias de la existencia de personas que prefieren un acercamiento gradual a un gobierno del mundo, aun cuando aprueban la idea como objetivo de básica importancia. Avanzar a pequeños pasos, uno cada vez, tiene un problema: mientras nos acerquemos al objetivo fundamental, continuaremos manteniendo la bomba, sin que resulte claro el motivo para quienes no la poseen. Por sí misma, esta actitud crea temores y sospechas, con la consecuencia de que las relaciones entre las potencias se deterioran peligrosamente. De modo que, mientras aquellos que avanzan paso a paso están convencidos de encaminarse hacia la paz del mundo, en realidad no hacen más que contribuir, con su paso tardo, al advenimiento de la guerra. No tenemos tiempo que perder. Si hemos de evitar la guerra, tenemos que hacerlo con rapidez.

No seremos dueños del secreto durante largo tiempo. Sé que se ha dicho que ningún otro país tiene el capital suficiente para invertir en el desarrollo de la bomba atómica, hecho que nos aseguraría la posesión del secreto por mucho tiempo. En este país a menudo se incurre en el error de medir las cosas por la cantidad de dinero que cuestan. Pero otros países, que tienen los materiales y los hombres, si se proponen desarrollar la energía atómica, pueden conseguirlo.

Lo único que se necesita es un equipo de hombres y los materiales, además de la decisión de utilizarlos, y no dinero.

No me considero el padre de la utilización de la energía atómica. Mi participación en esto ha sido muy indirecta. De hecho, nunca pensé que se llegara a usar durante el curso de mi vida. Sólo creía en la posibilidad, en términos teóricos. Y se ha convertido en un hecho palpable gracias al descubrimiento accidental de la reacción en cadena, algo que yo no habría podido predecir. La reacción fue descubierta por Hahn, en Berlín, y él mismo no supo interpretar correctamente lo que había descubierto. Fue Lise Meitner quien dio con la interpretación correcta, para huir más tarde de Alemania y poner su información en manos de Niels Bohr.

No creo que sea posible garantizar el progreso de la ciencia atómica a través de la organización de la actividad científica, a la manera en que se organizan las grandes empresas. Se puede organizar la aplicación de un descubrimiento ya hecho, pero no se organiza la obtención del descubrimiento. Sólo un individuo aislado puede hacer un descubrimiento. Puede existir cierto tipo de organización que proporcione a los científicos libertad y condiciones adecuadas de trabajo. Por ejemplo, en las universidades americanas, los profesores de ciencia tendrían que ser sustituidos en algunas de sus obligaciones docentes, para poder dedicar más tiempo a la investigación. ¿Es acaso posible imaginarnos una organización de científicos que hiciera los descubrimientos de Charles Darwin?

Tampoco creo que las grandes empresas privadas de los Estados Unidos sean adecuadas a las necesidades de nuestro tiempo. Si llegara a este país un visitante de otro planeta, ¿no se sorprendería de que en este país se otorgase un poder tan grande a las empresas privadas sin atribuirles una responsabilidad acorde? Digo esto para subrayar que el gobierno americano debe mantener el control de la energía atómica, y no porque el socialismo sea necesariamente deseable; en realidad, la energía atómica ha sido desarrollada por el gobierno y no es aceptable pensar siquiera en entregar su propiedad —que es propiedad del pueblo— a personas aisladas o a grupos de personas. En cuanto al socialismo, a menos que sea internacional hasta el punto de poseer un gobierno mundial que controle todo el poder militar, estimo que podría conducirnos a una guerra con más facilidad que el capitalismo, porque representa una concentración de poder aún mayor.

Es imposible anticipar cuándo se aplicará la energía atómica a fines constructivos. Hasta el presente sólo se sabe cómo utilizar una gran cantidad de uranio. El uso de pequeñas cantidades suficientes para —digamos— mover un coche o un avión es imposible de momento y no es fácil predecir cuándo se logrará. Desde luego que se llegará a ello, pero nadie puede decir cuándo. Tampoco puede predecirse cuándo se lograrán utilizar materiales más comunes que el uranio para proporcionar energía atómica. Es de suponer que todos los materiales utilizados para este fin serán elementos con elevado peso atómico. Estos elementos son relativamente escasos, en razón de su baja estabilidad. La mayoría de estos materiales ya han desaparecido por desintegración radiactiva. De modo que aunque la utilización de la energía atómica puede ser —y lo será sin duda— un gran acontecimiento para la humanidad, el hecho no se concretará hasta dentro de algún tiempo.

Yo mismo no poseo el don de persuadir a amplios sectores de la urgencia de los problemas a los que la humanidad se enfrenta en estos instantes. Por esto recomiendo a quien sí posee el don de la persuasión, Emory Reves, cuyo libro *The Anatomy of the Peace* es inteligente, claro, conciso y, si se me permite hacer uso de un término de moda, dinámico en este tema de la guerra y de la necesidad de un gobierno mundial.

Dado que no veo que a corto plazo la energía atómica pueda llegar a ser beneficiosa, debo dejar bien claro que en el momento presente constituye una amenaza. Tal vez esté bien que sea así. Tal vez pueda intimidar a la raza humana hasta el punto de obligarla a poner orden en los asuntos internacionales, cosa que sin la presión del miedo jamás llegaría a concretarse.

II

A partir de la fabricación de la primera bomba atómica, nada se ha hecho para salvar al mundo de la guerra, mientras se ha hecho mucho para aumentar su capacidad destructiva. No estoy en condiciones de hablar con conocimiento de causa sobre el desarrollo de la bomba atómica, porque no trabajo en ese campo. Pero quienes sí trabajan en ello, han dicho ya todo lo necesario para saber que se ha logrado una bomba mucho más efectiva. Por cierto que puede considerarse la posibilidad de fabricar una bomba de mayor tamaño, que sea capaz

de producir la destrucción en una superficie amplísima. También es concebible que pueda hacerse un uso extensivo de los gases radiactivos, que podrían esparcirse sobre una región muy vasta y causar la pérdida de muchas vidas, sin ocasionar daños en los edificios.

No creo necesario proseguir con estas suposiciones para llegar a plantear la posibilidad de una amplia guerra bacteriológica. No creo que este tipo de operaciones bélicas presente una peligrosidad comparable con la de la guerra atómica. Tampoco tomo en cuenta el peligro derivado de comenzar una reacción en cadena de tan gran alcance que destruya todo el planeta o parte importante de él. Descarto esta idea porque, si el hombre pudiera provocarla mediante una explosión atómica, ya tendría que haber sucedido por la acción de los rayos cósmicos que continuamente llegan a la superficie de la Tierra.

Pero no es preciso imaginar la Tierra destruida como una nova por una explosión estelar, para comprender el peligro creciente de una guerra atómica, para reconocer que, a menos que se evite la guerra, se producirá la destrucción a una escala jamás considerada posible antaño y apenas concebible hoy en día, y para entender que muy pocos restos de civilización sobrevivirán.

Otro fenómeno se ha producido, también, en los dos primeros años de la era atómica. Las gentes, después de enterarse de la horrible naturaleza de las armas atómicas, no han hecho nada al respecto y, en términos generales, han borrado toda inquietud de sus mentes. Un peligro que resulta difícil de evitar es mejor olvidarlo; de igual modo que un peligro contra el cual se han adoptado todas las precauciones posibles podrá también olvidarse. Si los Estados Unidos hubieran dispersado sus industrias y descentralizado sus ciudades, sería razonable que la gente olvidara el peligro que se cierne.

A modo de paréntesis debo decir que apruebo que este país no haya adoptado esas precauciones, porque haberlo hecho implicaría haber convertido la guerra atómica en una circunstancia más cercana aún: todo el mundo se convencería de que estamos resignados a sobrellevarla y preparados para afrontarla. Pero no se ha hecho nada para disipar el peligro bélico y sí se ha trabajado de firme para lograr que la guerra atómica sea algo horrible. O sea, que no hay excusas que permitan ignorar el peligro.

Afirmo que nada se ha hecho para disminuir la amenaza de guerra desde el momento en que fue fabricada la bomba atómica, a pesar de

una propuesta, presentada por los Estados Unidos ante las Naciones Unidas, para que se establezca un control supranacional de la energía atómica. Este país ha presentado sólo un proyecto, fundamentado en condiciones que la Unión Soviética está ahora determinada a no aceptar. Así se hace posible culpar a los rusos del fracaso.

Pero al acusar a los rusos, los americanos no deberían ignorar que ellos mismos no han renunciado voluntariamente al uso de la bomba como arma corriente durante el tiempo previo a la constitución de un control supranacional o si dicho control no se establece. Ante esta actitud, las demás naciones abrigan el temor de que los americanos consideren que la bomba es parte legítima de su arsenal, hasta tanto los demás países hayan aceptado sus condiciones bajo las que constituir un control supranacional.

Los americanos pueden estar convencidos de su firme decisión de no iniciar una guerra agresiva o preventiva. Y pueden creer, por ende, que una declaración pública de que no volverán a ser los primeros en utilizar la bomba atómica es innecesaria. Pero este país ha sido solemnemente invitado a renunciar al uso de la bomba —es decir, a declararla ilegal— y se ha negado a hacerlo a menos que su propuesta para establecer un control supranacional sea aceptada.

Creo que esta política es errada. Considero que al no renunciar al uso de la bomba se obtiene una cierta ventaja militar, porque así otros países se abstendrán de iniciar una guerra en la que podría utilizarse armamento nuclear. Pero lo que se gana en cierto sentido se pierde en otro: un entendimiento para el control supranacional de la energía atómica es ahora más remoto que antes. No hay en esto una desventaja táctica, mientras sólo los Estados Unidos tengan la posibilidad de usar la bomba. Pero en el momento en que otro país esté en condiciones de fabricarla, los Estados Unidos perderán mucho debido a la ausencia de un pacto internacional, porque sus industrias están concentradas y son vulnerables y porque su vida urbana está muy desarrollada.

Al negarse a declararla ilegal en un momento en que monopoliza la bomba, este país pierde algo más, porque no se adhiere de forma pública a los principios éticos de la guerra, formalmente aceptados antes del último conflicto bélico. No debe olvidarse que la bomba atómica fue fabricada en este país como medida preventiva. El objetivo era impedir que los alemanes la utilizaran, si la descubrían. El bombardeo de centros civiles fue iniciado por Alemania y adoptado

por los japoneses. Los aliados respondieron con la misma moneda —pero con mucha mayor eficacia, como se ha visto— y podían sentirse moralmente justificados al hacerlo. Pero ahora, sin ninguna provocación y sin el justificativo de la represalia, la negativa a declarar ilegal el uso de la bomba, a menos que se trate de una respuesta a un ataque previo, convierte su posesión en un objetivo político. Difícilmente se puede perdonar esta actitud.

No digo que los Estados Unidos no deban fabricar y almacenar bombas, porque creo que esto debe hacerse, para que otras naciones no intenten un ataque atómico cuando lleguen a poseer la bomba. Pero el único objetivo del almacenamiento de bombas será impedir ese posible ataque. Asimismo, creo que las Naciones Unidas deberían tener su bomba atómica, del mismo modo que poseen un ejército y unos armamentos propios. Y también en este caso, la bomba tendría la única finalidad de impedir que un agresor o alguna nación rebelde intentase un ataque atómico. Ni las Naciones Unidas ni los Estados Unidos ni ninguna otra potencia deberían utilizar la bomba atómica por propia iniciativa. Tener en reserva una cantidad de bombas atómicas, sin que medie la promesa formal de no ser los primeros en utilizarla, significa explotar la posesión de las bombas con fines políticos. Es posible que los Estados Unidos tengan la esperanza de amedrentar a la Unión Soviética hasta el punto de que este país acepte el control supranacional de la energía atómica. Pero el temor sólo acrecienta los antagonismos y aumenta las posibilidades de una guerra. Mi opinión es que esta política implica quebrantar las verdaderas normas de convivencia, al no favorecer el establecimiento de un control supranacional de la energía atómica.

Acabamos de emerger de una guerra en la que hemos debido aceptar la degradante falta de principios éticos del enemigo. Y en lugar de sentirnos liberados de esas bajezas, en lugar de considerarnos en condiciones de restaurar la inviolabilidad de la vida humana y la seguridad de los no combatientes, estamos haciendo nuestra esa falta de ética practicada por el enemigo durante la última guerra. De modo que hemos emprendido el camino hacia otra confrontación bélica por iniciativa propia.

Es posible que el público no tenga conocimiento de que en una nueva guerra existirán grandes cantidades de bombas atómicas. El peligro en ciernes se podría medir sobre la base de los daños ocasionados por las tres bombas que han estallado antes del fin de la última guerra.

También es posible que el público no advierta que, en relación con los daños ocasionados, las bombas atómicas ya se han convertido en la forma de destrucción más económica que se puede utilizar en una ofensiva. En una próxima guerra las bombas serán muchas y, comparativamente, de bajo coste. Será difícil evitar una guerra atómica, a menos que exista la determinación de no utilizar la energía atómica y que esa determinación sea mucho más fuerte que la que hoy se advierte entre los dirigentes americanos civiles y militares y entre la población misma. Los americanos deben llegar a reconocer que no son la mayor potencia del mundo por tener la bomba en su poder, sino que, en rigor, son débiles a causa de su vulnerabilidad ante un ataque atómico. De no ser así, no estarán en condiciones de presentarse en Lake Success o en sus relaciones con Rusia, con una predisposición que desemboque en un entendimiento.

No sugiero, sin embargo, que la única causa de la falta de acuerdo con la Unión Soviética acerca del control atómico sea que los americanos no hayan declarado ilegal el uso de la bomba. Los rusos han manifestado con claridad que harán todo aquello que esté a su alcance para evitar la instauración de un régimen supranacional. No sólo rechazan esta idea en el campo de la energía atómica, sino que la rechazan de plano, como principio, y menosprecian por anticipado cualquier sugerencia que pueda llevar a un gobierno mundial.

El señor Gromyko ha dicho, con razón, que la esencia de la propuesta atómica americana es el concepto de que la soberanía nacional no es compatible con la era atómica. Este político ha declarado que la Unión Soviética no puede aceptar tal tesis. Las razones que invoca son oscuras, porque es evidente que no son más que pretextos. Pero lo que es verdad, al parecer, es que los líderes soviéticos consideran que no pueden preservar la estructura social del estado soviético dentro de un régimen supranacionaI. El gobierno ruso está decidido a mantener su presente estructura social y los líderes soviéticos, dueños de su gran poderío gracias a la naturaleza misma de esa estructura, no ahorrarán esfuerzos para evitar que se instaure un régimen supranacional que pueda controlar la energía atómica o cualquier otra cosa.

Tal vez en parte los rusos estén en lo cierto, en cuanto a la dificultad de mantener su estructura social presente dentro de un régimen supranacional, aunque en su momento quizá se vean obligados a reconocer que esa pérdida es menos importante que permanecer aislados del mundo de la legalidad. Pero de momento parecen estar sumergi-

dos en sus temores y tendremos que admitir que los Estados Unidos han contribuido con amplitud a acrecentarlos, no sólo con respecto a la energía atómica, sino también en muchos otros aspectos. En realidad, este país ha llevado, ante los rusos, una política sustentada en la convicción de que el miedo es la mejor de las armas diplomáticas.

Los rusos se oponen a la formación de un sistema internacional de seguridad, pero esto no es motivo para que el resto de las naciones no se preocupe por crearlo. Ya se ha visto que los rusos son capaces de resistir con todas sus fuerzas ante hechos que no quieren que se produzcan, pero también es cierto que, una vez han ocurrido, pueden ser flexibles y acomodaticios. De modo que tanto los Estados Unidos como las demás potencias no han de permitir que los rusos opongan su veto a un intento de crear un sistema supranacional de seguridad. Es más o menos lógico suponer que, en cuanto comprendan que no están en condiciones de impedir que se establezca dicho régimen, los rusos se unirán a él.

Hasta el presente los Estados Unidos no han mostrado interés por garantizar la seguridad de la Unión Soviética. Se han limitado a su propia seguridad, lo que es habitual en confrontaciones por el poder entre estados soberanos. No obstante, no es posible anticipar el efecto que tendría sobre los temores de los rusos una presión ejercida por el pueblo americano, para conseguir que sus dirigentes decidieran corregir la actual anarquía en las relaciones internacionales. En un mundo en el que se impusiera el respeto por la ley, la seguridad rusa igualaría a la nuestra, y si el pueblo americano abogara con ahinco por esa causa —perfectamente posible dentro de una organización democrática— tal vez podría producirse un milagro en la actitud rusa.

En el momento presente, los rusos no tienen ninguna prueba que les demuestre que el pueblo americano no apoya de buen grado una política militarista, política que para los soviéticos es testimonio de que deliberadamente se persigue intimidarlos. Si se les brindaran pruebas de que los americanos desean con pasión defender la paz por el único camino posible, es decir, a través de la instauración de un orden legal y supranacional, los rusos quizá cambiarían sus cálculos acerca del peligro que representa, para la seguridad de la Unión Soviética, la actitud americana habitual. Hasta que no se presente a Rusia una oferta genuina y convincente, respaldada por un pueblo americano solidario, nadie podrá anticipar la respuesta de aquel país.

Es posible que la primera respuesta sea rechazar el orden legal. Pero, si a partir de ese momento los rusos comenzaran a comprobar que un mundo en el que la ley imperara se instaura aun sin ellos, y que de ese modo la seguridad de su propio país aumenta, sus ideas tendrían que cambiar, necesariamente.

Creo que debemos invitar a la Unión Soviética a unirse a un gobierno mundial que tenga poder para garantizar la seguridad y, en el caso de que esa nación no se avenga a unirse a dicho proyecto, deberemos establecer un sistema de seguridad supranacional sin ella. Permítaseme admitir de inmediato que veo grandes peligros en esta decisión. Al adoptarla, habría que buscar una forma por la que quedara bien claro que el nuevo régimen no es una suma de poderes en contra de Rusia. Tendrá que ser una organización que, por su estructura interna, reduzca al mínimo las posibilidades de una guerra. Tendrá que poseer un espectro de intereses mucho más amplio que el de cualquiera de los Estados miembros, de modo que no sea proclive a iniciar una guerra agresiva o preventiva. Tendrá que ser una potencia mucho más fuerte que cada uno de los países miembros y su extensión geográfica será mayor a fin de que resulte más difícil derrotarla militarmente. Este organismo estará orientado a la seguridad supranacional, rechazando el concepto de supremacía nacional, que tan poderoso resulta como factor de guerra.

Si se estableciera un régimen supranacional sin la presencia de Rusia, su eficacia en favor de la paz dependería de la habilidad y sinceridad con que llevara a cabo esa tarea. Sería preciso subrayar insistentemente el deseo de que Rusia formara parte de ese organismo. Tanto para Rusia como para todos los países que se agrupasen en dicha institución, tendría que quedar claro que no se incurriría en falta por no adherirse al gobierno mundial. Si los soviéticos no se adhiriesen al proyecto desde el comienzo, deberían tener la certeza de que serían bienvenidos cuando decidieran unirse a él. Debería comprenderse que la organización se está construyendo con el objetivo final de lograr la adhesión de los soviéticos.

Estas son ideas abstractas y no es fácil esbozar el camino concreto que un gobierno parcial del mundo debería seguir para que los rusos participaran de él. No obstante, considero que existen dos condiciones fundamentales: la nueva organización no tendrá que poseer secretos militares y los rusos tendrán que tener libertad para

enviar observadores a cada una de las sesiones de la organización, en las que se presenten, discutan y adopten las nuevas leyes y se decidan las posibles vías de acción. Así quedará destruida la gran fábrica de secretos en la que se manufacturan tantas de las sospechas del mundo.

Es probable que una persona con mentalidad militarista se desconcierte ante la sugerencia de un régimen carente de secretos militares. A esa persona se le ha enseñado a creer que los secretos así divulgados podrían hacer que una nación belicista tratara de conquistar la tierra. (Con respecto del llamado secreto de la bomba atómica, considero que los rusos serán dueños de él dentro de corto plazo y gracias a sus propios esfuerzos.) Reconozco que no mantener secretos militares comporta un riesgo. Si un número suficiente de naciones mancomunara su esfuerzo, se podría asumir ese riesgo, porque la seguridad de cada país estaría ampliamente acrecentada. Y todo esto se podría llevar a cabo con toda confianza gracias a la desaparición de los temores, las sospechas y los recelos. Las tensiones derivadas de la creciente posibilidad de guerra en un mundo basado en la soberanía serían sustituidas por el sosiego de la paz. A su debido tiempo, esto podría invitar a una mayor flexibilidad del pueblo ruso y de sus dirigentes hacia Occidente.

En mi opinión, la pertenencia a un sistema supranacional de seguridad no debería estar basada en ningún principio democrático arbitrario. El requisito fundamental ha de ser que los representantes ante una organización supranacional sean elegidos por el pueblo en cada uno de los países miembros, a través de una votación secreta. Los candidatos tendrán que ser representantes del pueblo y no del Gobierno, con lo cual quedaría en primer plano la naturaleza pacífica de la organización.

Creo que exigir que otros criterios democráticos sean aceptados constituiría una actitud poco sensata. Las instituciones y los principios democráticos son los resultados de unos desarrollos históricos, hasta un punto pocas veces apreciado en los países que gozan de ellos. El establecimiento de principios arbitrarios agudizaría las diferencias ideológicas entre Occidente y la Unión Soviética.

Pero ahora no son las diferencias ideológicas lo que empuja al mundo hacia una guerra. En realidad, si todas las naciones occidentales adoptaran el socialismo, en tanto mantuviesen sus respectivas soberanías nacionales, es posible que el conflicto por el poder entre Este y Oeste seguiría existiendo. Los apasionados alegatos en contra

de los sistemas económicos de hoy me parecen totalmente irracionales. Que la vida económica de Estados Unidos deba estar en manos de unos pocos individuos —como lo está— o que esos individuos deban estar sujetos al control del Estado puede ser importante, pero no lo suficiente para justificar todos los sentimientos favorables o contrarios que al respecto se manifiestan.

Me reconfortaría ver que todas las naciones integrantes del Estado supranacional reúnen sus fuerzas militares, conservando para sí sólo una pequeña fuerza de policía. Y a continuación querría ver esas fuerzas unidas y distribuidas como en otro tiempo lo fueron los regimientos del imperio austro-húngaro, es decir, suponiendo que los hombres y oficiales de una región podrían servir mejor a los fines del imperio si no permanecían exclusivamente en sus propias provincias, porque así no se sentirían sujetos a presiones locales y raciales.

También me agradaría ver la autoridad del régimen supranacional restringida exclusivamente al campo de la seguridad. No tengo la certeza de que esto sea posible. La experiencia podría indicar la necesidad de una cierta autoridad en cuestiones de economía, en vista de que, en las condiciones actuales, la economía puede originar problemas nacionales que llevan en sí mismos la semilla de un conflicto violento. No obstante, prefiero que la función del nuevo organismo esté limitada a tareas de seguridad. Y también preferiría que este régimen fuera establecido a partir del fortalecimiento de las Naciones Unidas, para que no haya solución de continuidad en la búsqueda de la paz.

No se me escapan las grandes dificultades que implicará el establecimiento de un gobierno mundial, tanto si se inicia sin la participación de Rusia como con ella. Tengo conciencia de los riesgos. Y, toda vez que no deseo que se permita la secesión de un país que se haya unido a la organización internacional, preveo como posible el peligro de una guerra civil. Pero también creo que un gobierno mundial será realidad en algún momento del futuro y que el problema reside en el precio que se quiera pagar por él. Llegará el día, creo, en que tendrá que existir un gobierno mundial, aun cuando sea después de una nueva guerra y aunque después de esa guerra la potencia vencedora sea la que lo instituya, sobre la base de su poderío militar, y lo mantenga sólo a través de la militarización permanente de la raza humana.

Pero también creo que puede llegar a través del acuerdo y del poder de persuasión, es decir, con un coste muy bajo. Sin embargo, si ha de llegar por esta vía, no bastará apelar a la razón. Uno de los fundamentos del sistema comunista del Este es cierta similitud con la religión, cierta capacidad para inspirar las emociones que surgen normalmente en el ámbito religioso. Si la causa de la paz, basada en la ley, no es capaz de suscitar de por sí la fuerza y el celo que despierta una religión, no se puede esperar el éxito. Aquellos a quienes la raza humana ha confiado su enseñanza moral tienen aquí su gran deber y su gran oportunidad. Me figuro que los científicos atómicos ya se han convencido de que no pueden guiar al pueblo estadounidense hasta las verdades de la era atómica sólo con la ayuda de la lógica. Habrá que contar con el profundo poder de la emoción, que es ingrediente básico del sentimiento religioso. Es de esperar que no sólo las iglesias, sino también las escuelas, universidades y los organismos rectores de la opinión asuman su excepcional responsabilidad en este sentido.

La mentalidad militarista

De *The American Scholar*, Nueva York, verano de 1947.

Me parece que la clave de la situación actual reside en el hecho de que el problema que confrontamos no puede ser considerado como un suceso aislado. En primer término, se puede plantear la siguiente pregunta: cada vez más las instituciones de enseñanza y la investigación tendrán que ser mantenidas con fondos del Estado, porque las fuentes privadas no serán adecuadas, por muchos motivos. ¿Es razonable que la distribución de los fondos destinados a estos fines y pagados por el contribuyente sea confiada a los militares? Cualquier persona prudente contestará, sin duda, «¡No!». Es evidente que la difícil tarea de hallar la distribución más beneficiosa tendrá que ser puesta en las manos de personas cuyos méritos y cuyo trabajo habitual sean prueba de que saben algo de ciencia e investigación.

Sin embargo, muchas personas razonables están a favor de que ciertos organismos militares sean los encargados de distribuir una parte importante de los fondos existentes y la causa de esta actitud está en que esas personas subordinan sus intereses culturales a su visión po-

lítica general. De modo que dirigiremos nuestra atención hacia esos puntos de vista políticos, hacia sus orígenes e implicaciones. Al hacerlo así, pronto comprenderemos que el problema que aquí discutimos no es sino uno entre muchos otros y que sólo puede ser evaluado y juzgado con propiedad si se sitúa dentro de un marco más amplio.

Las tendencias mencionadas son nuevas en Estados Unidos. Han surgido cuando, bajo la influencia de las dos guerras mundiales y la consiguiente concentración de todos los esfuerzos hacia un objetivo militar, se ha desarrollado una mentalidad predominantemente militarista que, con la casi súbita victoria, se ha acentuado aún más. El rasgo característico de esta mentalidad es que, muy por encima de todos los otros factores que afectan las relaciones entre los pueblos, la gente pone lo que Bertrand Russell ha denominado felizmente «poder desnudo». Inducidos a error en particular por los éxitos de Bismarck, los alemanes han pasado por una transformación total de su mentalidad y así, en menos de cien años, se han visto en la ruina absoluta.

Con toda franqueza debo confesar que la política exterior de los Estados Unidos, a partir del cese de las hostilidades, me ha traído el recuerdo irresistible de la actitud de Alemania en los tiempos del Kaiser Wilhelm II, y sé que esta penosa analogía es compartida por muchas otras personas. Una de las características de la mentalidad militar es la de considerar esenciales los factores no humanos (bombas atómicas, bases estratégicas, armamentos de todo tipo, la posesión de materias primas, etc.), en tanto que el ser humano, sus deseos y pensamientos —o sea, los factores psicológicos— son juzgados como secundarios y poco importantes. De aquí proviene una cierta similitud con el marxismo, al menos en la medida en que se tome en cuenta tan sólo su aspecto teórico. El individuo es degradado hasta el nivel de un mero instrumento: se convierte en «material humano». Las metas normales de la aspiración humana se desvanecen con este punto de vista. La mentalidad militarista hace del «poder desnudo» un fin en sí mismo, una de las más extrañas ilusiones ante las que pueden sucumbir los hombres.

En nuestro tiempo, la mentalidad militarista es más peligrosa aún que antaño, porque los armamentos ofensivos son mucho más potentes que los defensivos. Esto, necesariamente, conduce a la guerra preventiva. La inseguridad general que va de la mano de estas circunstancias hace que los derechos de los ciudadanos civiles sean sacrificados en aras del supuesto bienestar del Estado. La caza de

brujas por motivos políticos, los controles de toda clase (o sea, el control de la enseñanza y de la investigación, el de la prensa y demás) parecen inevitables y por esta razón no surge una resistencia popular que, si no estuviera presente la mentalidad militarista, podría representar una protección. En forma gradual se produce un cambio de valores puesto que todo lo que no sirva con claridad a aquellos fines utópicos es visto y tratado como inferior.

A partir de las condiciones existentes, no veo otra salida que un plan de acción que tenga como objetivo el establecer la seguridad sobre una base supranacional. Esperemos que haya hombres, en número suficiente, capaces de guiar a la nación por este sendero, hombres que gracias a su fortaleza moral puedan hacer que el país asuma su papel de liderazgo que ahora exigen las circunstancias exteriores. Entonces dejarán de existir los problemas como el que aquí hemos discutido.

Intercambio de correspondencia con miembros de la Academia rusa

De *Moscow New Times*, 26 de noviembre de 1947 y de *Bulletin of the Atomic Scientists*, Chicago, febrero de 1948.

Carta abierta: Las nociones erradas del doctor Einstein

El conocido físico Albert Einstein no tiene fama sólo por sus descubrimientos científicos. En los últimos años Einstein ha prestado especial atención a los problemas sociales y políticos; habla por la radio y escribe en la prensa; está vinculado a muchas organizaciones públicas; una y otra vez ha alzado su voz de protesta en contra de la barbarie nazi; también ha abogado por una paz duradera y ha hablado en contra de la amenaza de una nueva guerra y en contra de la ambición de los militaristas que pretenden obtener un control completo de la actividad científica americana.

Los científicos soviéticos, y el pueblo soviético en general, aprecian el espíritu humanitario que fundamenta estas actividades del conocido hombre de ciencia, aun cuando su posición no siempre ha sido tan consistente y definida como hubiera sido deseable que lo fuera. Sin embargo, en algunas de las más recientes declaraciones de Einstein hemos advertido ciertos aspectos que nos parecen no

sólo equivocados, sino también positivamente perjudiciales para la causa de la paz, que este científico sostiene con tanto calor.

Creemos que es nuestro deber llamar la atención sobre el tema, con el fin de clarificar un asunto tan importante como lo es el de trabajar con eficacia en favor de la paz. Desde este punto de vista ha de considerarse la idea que el doctor Einstein ha sostenido en los últimos tiempos: la de un «gobierno mundial».

En la abigarrada compañía de los defensores de esta idea, además de los imperialistas declarados que la utilizan como pantalla para una expansión ilimitada, en los países capitalistas hay un buen número de intelectuales que se sienten cautivados por la plausibilidad de la idea y que no advierten sus verdaderas implicaciones. Estas personas, pacifistas de mentalidad liberal, creen que un «gobierno mundial» será la más eficaz panacea de los males del mundo y el mejor guardián de una paz duradera.

Quienes abogan por un «gobierno mundial» hacen un uso constante de la tesis, al parecer indiscutible, según la cual en esta era atómica la soberanía del Estado es una reliquia del pasado o, como ha dicho Spaak —el delegado belga— en la Asamblea General de las Naciones Unidas, una idea «anticuada» e incluso «reaccionaria». Sería difícil concebir otra argumentación más alejada de la verdad que esta.

En primer lugar, las ideas de un «gobierno mundial» y de un «super-Estado» de ninguna manera pueden considerarse productos de la era atómica. Son mucho más antiguos. Fueron debatidas, por ejemplo, en el tiempo en que se formó la Sociedad de Naciones.

Además, tales ideas, en los tiempos modernos, jamás han sido progresistas. Sólo constituyen un reflejo del hecho de que los monopolios capitalistas, que dominan los países industriales más importantes, consideran que sus límites nacionales son demasiado estrechos. Necesitan un mercado mundial, fuentes de materias primas extendidas por todo el mundo y ámbitos internacionales para la inversión de su capital. Gracias a su dominio en cuestiones políticas y administrativas, los intereses monopolistas de las grandes potencias están en condiciones que les permiten utilizar la maquinaria gubernamental, en su lucha por invadir esferas de influencia y en sus esfuerzos económicos y políticos para subyugar a otros países y asumir en ellos el papel de amos con la misma libertad de la que gozan en sus propias naciones.

Conocemos todo esto muy bien a partir de la experiencia de nuestro propio país. Bajo el régimen zarista, reaccionario y servil ante los intereses del capital, con la mano de obra mal pagada y con sus vastos recursos naturales, Rusia fue un bocado halagüeño para el capitalismo extranjero. Las firmas francesas, británicas, belgas y alemanas se saciaron en nuestra tierra como aves de rapiña, obteniendo ganancias que hubieran resultado inconcebibles en sus propias tierras. Y así, el Occidente capitalista encadenó a la Rusia de los zares con préstamos que constituían una extorsión. Con el apoyo de los fondos obtenidos en la banca extranjera, el gobierno zarista reprimió de manera brutal el movimiento revolucionario, retrasó el desarrollo de la ciencia y la cultura rusa e instigó los pogroms contra los judíos.

La Gran Revolución Socialista de Octubre hizo pedazos las cadenas de la dependencia económica y política que mantenían a nuestro país prisionero de los monopolios capitalistas mundiales. El gobierno soviético hizo que, por primera vez, nuestro país fuera un Estado libre e independiente de verdad; promovió el progreso de nuestra economía socialista y de la tecnología, la ciencia y la cultura, que se desarrollaron a una velocidad hasta entonces jamás vista a lo largo de la historia; de este modo, nuestro país se ha convertido en un verdadero baluarte de la paz y la seguridad internacional. Nuestro pueblo ha defendido la independencia de su patria a través de una guerra civil, en la lucha contra la intervención de un bloque de estados imperialistas y en las terribles batallas de la guerra contra los invasores nazis.

Y ahora, los que proponen un «super-Estado mundial» nos piden que voluntariamente renunciemos a esta independencia en bien de un «gobierno mundial», expresión relumbrante que sólo encubre la realidad de una supremacía mundial de los monopolios capitalistas.

A todas luces es ridículo pedirnos algo así. Y esta demanda es absurda no sólo para la Unión Soviética. Después de la Segunda Guerra Mundial muchos países han logrado apartarse del sistema imperialista de opresión y esclavitud. Los pueblos de esos países trabajan para consolidar su independencia económica y política, para rechazar la interferencia extranjera en sus problemas internos. Además, la veloz expansión del movimiento de independencia en las colonias y los protectorados ha despertado la conciencia nacional de cientos de millones de personas, que ya no quieren soportar una situación de esclavos.

Después de haber perdido muchos campos de provechosa explotación, y ante el riesgo de perder otros más, los monopolios de los países imperialistas acosan al máximo a las naciones que han escapado de su dominación y que luchan por su independencia, considerada por los monopolios como un desastre, para impedir la genuina liberación de las colonias. Con este objetivo, los imperialistas echan mano de los más diversos métodos de guerra militar, política, económica e ideológica.

De acuerdo con ese principio social, los ideólogos del imperialismo pretenden desacreditar el concepto mismo de soberanía nacional. Uno de los métodos que utilizan es el de apelar a pretensiosos planes para la institución de un «Estado mundial» que, presuntamente, acabará con el imperialismo, las guerras, las enemistades internacionales para asegurar el triunfo de la ley y otras cosas por el estilo.

El afán de rapiña de las fuerzas imperialistas que luchan por la supremacía mundial está disfrazado así bajo las vestiduras de una seudoprogresiva idea que atrae a ciertos intelectuales —científicos, escritores y otros— de los países capitalistas.

En una carta abierta dirigida, en septiembre último, a las delegaciones de las Naciones Unidas, el doctor Einstein ha sugerido un nuevo esquema para limitar la soberanía nacional. Su propuesta es la de reconstruir la Asamblea General y convertirla en un parlamento mundial permanente; además, le asigna mayor autoridad que la del Consejo de Seguridad porque según las declaraciones de este científico (que reproducen lo que todos los paniaguados de la diplomacia americana repiten una y otra vez) el Consejo está paralizado por el derecho de veto. Reconstruida de acuerdo con el plan del doctor Einstein, la Asamblea General, será dueña de poderes finales de decisión y el principio de la unanimidad de las grandes potencias tendrá que ser abandonado.

Einstein sugiere que los delegados a las Naciones Unidas sean elegidos mediante votación popular y no designados por sus respectivos Gobiernos, tal como se hace en el presente. A primera vista esta propuesta parece ser progresista e incluso revolucionaria. En realidad, empero, no mejoraría la situación existente.

Tratemos de figurarnos cuál sería el significado de tales elecciones a ese «parlamento mundial», en la práctica.

Una gran parte de la humanidad todavía vive en países coloniales y dependientes, dominados por los gobernadores, las tropas y

los monopolios financieros e industriales de unas pocas potencias imperialistas. En esos países, una «elección popular» significaría, en la práctica, el nombramiento de los delegados a través de la administración colonial o de las autoridades militares. No hay que andar mucho para encontrar ejemplos; bastará con recordar la parodia de referéndum en Grecia, que fue llevada a cabo por los dirigentes fascistas y realistas, bajo la protección de las bayonetas británicas.

Pero las cosas no pueden ir mejor en los países en los que el sufragio universal existe formalmente. En los países democrático-burgueses, donde domina el capital, este apela a mil trampas y artilugios para lograr que el sufragio universal y libre se conviertan en una farsa. Einstein, sin duda, sabe que en las últimas elecciones al Congreso de los Estados Unidos sólo un 39 % del electorado se presentó a la votación; sin duda también, sabe que millones de negros en los Estados del sur están privados de sus derechos políticos o se ven forzados —a menudo bajo amenaza de linchamiento— a votar por sus más duros enemigos, tal como ha ocurrido en el caso del difunto senador Bilbo, un archirreaccionario negrófobo.

Unos impuestos a la votación, algunos exámenes especiales y otros recursos son empleados para robar el voto a millones de inmigrantes, trabajadores temporarios y pobres campesinos. No mencionaremos la extendida práctica de la compra del voto, el papel de la prensa reaccionaria, ese poderoso instrumento que sirve para influenciar a las masas y que es manejado por los millonarios propietarios de periódicos, y tantos otros factores.

Todo esto nos muestra que, bajo las actuales condiciones de vida en el mundo capitalista, poco se puede esperar de unas elecciones populares para un parlamento mundial, tal como lo ha sugerido Einstein. La composición de ese organismo no resultaría ser mejor que la de la Asamblea General en estos momentos. Sólo se obtendría una imagen distorsionada de los verdaderos sentimientos de las masas, de su deseo y esperanza de una paz duradera.

Todos sabemos que en la Asamblea General y en los comités de las Naciones Unidas, la delegación americana tiene a su disposición una máquina de votar, gracias al hecho de que la abrumadora mayoría de los miembros de las Naciones Unidas se encuentran en situación de dependencia ante los Estados Unidos y se ven obligados a adaptar su política exterior a las exigencias de Washington. Una cantidad de países latinoamericanos, por ejemplo, con sistemas

agrícolas de monocultivo, están atados de pies y manos a los monopolios americanos, que determinan los precios de sus producciones. Dadas estas circunstancias, no es sorprendente que, bajo la presión de la delegación americana, haya surgido una mayoría mecánica en la Asamblea General: mayoría que obedece en las votaciones a sus virtuales amos.

En ciertos casos la diplomacia americana prefiere poner en práctica algunas medidas bajo la bandera de las Naciones Unidas y no a través del Departamento de Estado. Prueba de esto es el comité balcánico o la comisión destacada como observadora de las elecciones en Corea. Con el objeto de convertir a las Naciones Unidas en una rama del Departamento de Estado, la delegación americana ejerce presión a través del proyecto de una «Pequeña Asamblea», que en la práctica reemplazaría al Consejo de Seguridad, en vista de que el principio de unanimidad de las grandes potencias está resultando ser un fuerte obstáculo para la realización de los planes imperialistas.

La sugerencia de Einstein conduciría al mismo resultado y, por lo tanto, en lugar de promover una paz duradera y una cooperación internacional, sólo serviría como una cortina para ocultar una ofensiva contra aquellas naciones sustentadoras de regímenes que impiden que el capital extranjero les arrebate sus habituales ganancias. Asimismo, podría producirse la desenfrenada expansión del imperialismo americano y el desarme ideológico de las naciones que insisten en mantener su independencia.

Por una ironía del destino, el doctor Einstein se ha convertido en un virtual sostenedor de los esquemas y ambiciones de los más acérrimos enemigos de la paz y la cooperación internacional. E incluso ha llegado a declarar, en su carta abierta, que si la Unión Soviética se niega a participar en la novedosísima organización, los demás países tienen todo el derecho de seguir adelante sin este país, siempre y cuando dejen la puerta abierta para una eventual participación soviética en ese organismo, ya sea en capacidad de miembro activo o como «observadora».

En esencia, esta propuesta difiere muy poco de las sugerencias que apoyan los declarados sostenedores del imperialismo americano, por muy lejano que, en la realidad, esté el doctor Einstein de todos ellos. La sustancia de todas esas sugerencias es que si las Naciones Unidas no pueden ser convertidas en un arma de la política

de los Estados Unidos, en una pantalla que oculte los planes y designios imperialistas, ese organismo deberá ser destruido para dejar paso a una nueva organización «internacional», sin la presencia de la Unión Soviética y las nuevas democracias.

Creemos que el doctor Einstein se ha aventurado por un sendero falso y peligroso y corre tras el espejismo de un «Estado mundial» en un mundo en el que existen sistemas sociales, políticos y económicos distintos. No hay motivo, desde luego, para que los Estados con estructuras sociales y económicas distintas no cooperen económica y políticamente, siempre que esas diferencias se enfoquen con seriedad. Pero Einstein se presenta como fiador de una moda política que está entre las manos de los enemigos jurados de la cooperación internacional sincera y de la paz duradera. Y ha invitado a los Estados miembros de las Naciones Unidas a que sigan una ruta que no conducirá a una mayor seguridad internacional, sino a nuevas complicaciones internacionales. Esto sólo beneficiará a los monopolios capitalistas, para quienes las complicaciones internacionales comportan la promesa de nuevos contratos de guerra y más ganancias.

Creemos que Einstein merece una alta estima, como eminente científico y como hombre de espíritu público que lucha con sus mejores medios para promover la causa de la paz. Por esto consideramos que es nuestro deber hablar con absoluta franqueza y sin retórica diplomática.

Respuesta de Albert Einstein

Cuatro de mis colegas rusos han publicado un benevolente ataque en contra de mí, hecho público en una carta abierta que ha aparecido en el *New Times*. Aprecio el esfuerzo que han realizado y, más aún, aprecio el hecho de que hayan expresado su punto de vista de una manera tan abierta y directa. En materia de asuntos humanos, actuar con inteligencia sólo es posible si se intentan comprender los pensamientos, motivos e ideas del oponente de manera tan profunda que sea posible ver el mundo a través de sus ojos. Toda persona bien intencionada debe tratar de contribuir, en la medida más amplia de sus posibilidades, a la mejoría de esa clase de entendimiento. Es con este espíritu que quiero pedir a mis colegas rusos, y a cualquier otro lector, que acepten esta respuesta a su carta. Se trata de la réplica de un hombre que, con ansiedad, trata de hallar una

solución plausible sin hacerse la ilusión de que él mismo conoce «la verdad» o «el recto camino» a seguir. Si a lo largo de estas líneas he de expresar mi opinión de forma algo dogmática, quede claro que sólo lo hago por razones de claridad y simplicidad.

Aunque la carta de ustedes, en lo fundamental, aparenta ser un ataque contra los países no socialistas, en especial los Estados Unidos, creo que detrás de la fachada agresiva existe una actitud mental defensiva, que conduce hacia un aislacionismo casi ilimitado. Esta actitud aislacionista no es difícil de comprender si se tiene en cuenta todo lo que Rusia ha sufrido a manos de países extranjeros durante las tres últimas décadas: las invasiones alemanas y su genocidio de la población civil, las intervenciones extranjeras durante la guerra civil, la sistemática campaña de calumnias en la prensa occidental, el apoyo que obtuvo Hitler en su condición de instrumento para luchar contra Rusia. Sin embargo, por comprensible que resulte este deseo de aislamiento, no deja de ser menos desastroso para Rusia y para todas las otras naciones. Volveré sobre este tema más adelante.

El elemento fundamental del ataque de ustedes se refiere al apoyo que he brindado a la idea de un «gobierno mundial». Me interesaría discutir este importante problema sólo después de haber dicho unas pocas palabras acerca del antagonismo entre el socialismo y el capitalismo. Está claro que la actitud de ustedes acerca del significado de ese antagonismo domina por completo sus puntos de vista sobre los problemas internacionales. Si se considera con objetividad el problema socio-económico, se llegará al siguiente planteo: el desarrollo tecnológico ha traído consigo una creciente centralización del mecanismo económico. También este desarrollo es responsable de que el poder económico en todos los países más industrializados se haya concentrado en las manos de unos pocos. Estas personas, en los países capitalistas, no tienen que dar cuenta de sus acciones ante el conjunto del pueblo; en cambio, sí deben hacerlo en los países socialistas, en los que son funcionarios como los que detentan el poder político.

Creo, con ustedes, que una economía socialista posee unas ventajas que definitivamente compensan sus desventajas, siempre que su administración —al menos hasta cierto punto— esté a la altura. Llegará, sin duda, el día en que todas las naciones (en la medida en que existan aún como tales) expresarán su gratitud hacia Rusia por

haber demostrado, por primera vez, la posibilidad práctica de una economía planificada, a pesar de sus enormes dificultades. También creo que el capitalismo, o lo que podríamos llamar el sistema de libre empresa, será incapaz de frenar el paro, que se hará crónico a causa del progreso tecnológico, y tampoco podrá mantener un equilibrio saludable entre la producción y el poder adquisitivo de la gente.

Por otra parte, no debemos incurrir en el error de reprochar al capitalismo la existencia de todos los males sociales y políticos que nos aquejan, y de creer que la mera instauración del socialismo será capaz de curar todas las enfermedades sociales y políticas de la humanidad. En primer lugar, esta idea es peligrosa porque alimenta la intolerancia y el fanatismo por parte de todos sus «creyentes», al hacer que un método social se transforme en un credo religioso que trata de traidores o delincuentes a todos los que no pertenecen a él. Cuando se ha llegado a esta situación, la habilidad para comprender las convicciones y los actos de los «infieles» se desvanece por completo. Estoy seguro de que todos ustedes habrán aprendido a través de la historia cuánto sufrimiento innecesario han ocasionado a la humanidad ese tipo de rígidas creencias.

Todo Gobierno es malo en sí mismo, en la medida en que lleva en su seno la tendencia a convertirse en una tiranía. Sin embargo, con la excepción de un pequeño número de anarquistas, estamos todos convencidos de que la sociedad civilizada no puede existir sin un gobierno. En un país saludable existe un cierto equilibrio dinámico entre la voluntad del pueblo y el gobierno, lo cual evita que este degenere en tiranía. Es evidente que el peligro de ese deterioro es más agudo en un país en el que el gobierno tiene autoridad no sólo sobre las fuerzas armadas, sino también sobre todos los canales de la educación y de la información, así como sobre la existencia económica de cada uno de sus ciudadanos. Digo esto sólo para indicar que el socialismo como tal no puede ser considerado la solución de todos los problemas, sino el mero marco dentro del cual tal solución será posible.

Lo que más me ha sorprendido en la actitud general de ustedes, expresada en su carta, es lo siguiente: ustedes son apasionadísimos enemigos de la anarquía en el ámbito económico y, al mismo tiempo, apasionados defensores de la anarquía —por ejemplo, una soberanía ilimitada— en el ámbito de la política internacional. La

propuesta de restringir la soberanía de los Estados individuales les parece reprensible en sí misma, como si se tratara de un tipo de violación de un derecho natural. Además, tratan de demostrar que detrás de la idea de restringir la soberanía, los Estados Unidos ocultan su intención de dominar y explotar económicamente al resto del mundo sin necesidad de ir a una guerra. Ustedes intentan justificar esa aseveración analizando a su manera las acciones individuales de este gobierno desde el fin de la última guerra. Y quieren demostrar que la Asamblea de las Naciones Unidas es un simple espectáculo de títeres controlado por los Estados Unidos y, por consiguiente, por los capitalistas americanos.

Estos argumentos me parecen un tanto mitológicos: no son convincentes. No obstante, a partir de ellos se hace evidente el profundo enajenamiento que divide a los intelectuales de nuestros dos países, resultado de un lamentable y artificial aislamiento mutuo. Si debe posibilitarse y profundizarse un intercambio personal y libre de puntos de vista, los intelectuales —quizá más que nadie— podrían contribuir a la creación de una atmósfera de mutua comprensión entre las dos naciones y sus problemas. Esta atmósfera constituye un requisito previo y necesario para un fructífero desarrollo de la cooperación política. Sin embargo, y toda vez que de momento dependemos del engorroso método de las «cartas abiertas», quiero señalar en forma breve mi reacción ante los argumentos de ustedes.

Nadie querrá negar que la influencia de la oligarquía económica sobre todos los campos de nuestra vida pública es muy poderosa. Pero esta influencia no debe ser sobreestimada. Franklin Delano Roosevelt fue elegido presidente a pesar de la desesperada oposición de estos poderosísimos grupos y fue reelegido tres veces, y eso ocurrió en una época en la que debían tomarse decisiones de importantes consecuencias.

En cuanto a los planes del gobierno americano desde el fin de la guerra, no quiero ni soy capaz ni me siento en condiciones de justificarlos o explicarlos. Con todo, no se puede negar que las sugerencias del gobierno americano con respecto a las armas atómicas han representado, al menos, un intento de crear una organización supranacional de seguridad. Si no resultaron aceptables, cuando menos han servido de base de discusión para lograr que realmente se solucionaran los problemas de la seguridad internacional. Y por cierto que la actitud del gobierno soviético, en parte negativa y en

parte dilatoria, ha dificultado a la gente bien intencionada de este país el uso de su influencia política en la medida en que lo hubiera deseado y la posibilidad de oponerse a los «mercaderes de la guerra». En cuanto a la influencia de los Estados Unidos sobre la Asamblea de las Naciones Unidas, quiero expresar que, en mi opinión, no sólo surge del poderío económico y militar de los Estados Unidos, sino también de los esfuerzos de los Estados Unidos y las Naciones Unidas para avanzar hacia una genuina solución del problema de la seguridad.

En lo que se refiere al controvertido poder de veto, creo que los esfuerzos realizados para eliminarlo o neutralizarlo tienen su causa primera en el uso abusivo que se hace de ese poder y no en las intenciones concretas de los Estados Unidos.

Consideremos ahora la sugerencia de ustedes con respecto a que la política de los Estados Unidos intenta obtener la dominación económica y la explotación de otras naciones. Constituye una empresa precaria decir algo veraz acerca de los fines y las intenciones. Será mejor que examinemos los factores objetivos de este caso. Los Estados Unidos tienen la fortuna de producir en su propia tierra todos los productos industriales importantes y todos los comestibles, en cantidad suficiente. El país también posee toda clase de materias primas, o al menos las más importantes. A causa de la firme creencia en la «libre empresa», no puede mantenerse el nivel adquisitivo del pueblo en equilibrio con la capacidad productiva del país. Y por esta causa, existe el constante peligro de que el paro alcance dimensiones amenazadoras.

En vista de estas circunstancias, los Estados Unidos se ven obligados a aumentar su comercio exterior. Sin él, la nación no podría mantener totalmente aprovechada su maquinaria productiva. Esta situación no sería dañina si las exportaciones estuvieran compensadas por importaciones del mismo valor aproximado. La explotación de las naciones extranjeras consistiría, pues, en que el valor en términos de trabajo de las importaciones excedería en mucho el de las exportaciones. Sin embargo, se realizan toda clase de esfuerzos para impedirlo, pues casi cada importación deja parada una parte de la maquinaria productiva.

Por esta razón los países extranjeros no están en condiciones de pagar las mercancías que exportan los Estados Unidos, porque esos pagos, a largo plazo, sólo podrían hacerse a través de importacio-

nes. Así se explica el origen de una gran cantidad del oro que ha llegado a los Estados Unidos. En su totalidad, este oro no puede ser utilizado sino para la adquisición de mercancía extranjera, cosa que, por la razón ya señalada, no es posible. ¡Allí está ese oro, bien protegido de los ladrones, un verdadero monumento a la sabiduría del Gobierno y a la ciencia de la economía! Las razones que acabo de señalar me hacen difícil tomar en serio la pretendida explotación del mundo que se atribuye a los Estados Unidos.

No obstante, la situación descrita tiene una faceta política comprometida. Por las causas indicadas, los Estados Unidos se ven obligados a enviar parte de su producción hacia países extranjeros. Estas exportaciones son financiadas a través de préstamos que los Estados Unidos ofrecen a los países extranjeros. Sin duda es difícil imaginar cómo serán devueltos esos préstamos. Por lo tanto, en la práctica, esos préstamos han de ser considerados regalos que podrán utilizarse como armas en la arena política. En vista de las condiciones existentes y de las características generales de los seres humanos, debo admitir con franqueza que esto representa un verdadero peligro. Sin embargo, ¿no es verdad que hemos ido a dar a unas relaciones internacionales en las que toda invención de nuestras mentes y todo bien material se puede convertir en un arma y, en consecuencia, en un peligro para la humanidad?

Esta pregunta nos conduce al más importante de los temas, en comparación con el cual cualquier otra cosa resulta insignificante. Todos sabemos que la confrontación entre potencias, más tarde o más temprano, necesariamente conduce a la guerra y que esa guerra, dadas las actuales circunstancias, significaría una destrucción en masa de seres humanos y bienes materiales, cuyas dimensiones serían mucho, mucho mayores que las de cualquier otro conflicto bélico que se haya producido antes.

¿Es realmente inevitable que, a causa de nuestras pasiones y nuestras costumbres heredadas, estemos condenados a aniquilarnos los unos a los otros, sin que haya posibilidad de que quede algo digno de ser conservado? ¿No es verdad que todas las controversias y diferencias de opinión que hemos tratado en nuestro curioso intercambio de cartas son insignificantes pequeñeces, comparadas con el peligro ante el cual nos hallamos? ¿No hemos de intentar cualquier cosa que esté a nuestro alcance para eliminar el peligro que amenaza a todas las naciones por igual?

Si nos aferramos al concepto y a la práctica de la soberanía ilimitada de las naciones, el resultado será que cada nación se reservará el derecho de lograr sus objetivos a través de la guerra. En tales circunstancias, cada país debe estar preparado para esa eventualidad; esto significa que intentará por todos los medios ser superior a cualquier otra nación. Tal objetivo dominará en forma progresiva toda nuestra vida pública y envenenará a nuestra juventud, mucho antes de que la propia catástrofe se desencadene sobre nosotros. No debemos tolerar todo esto, mientras podamos mantener una pizca de capacidad de razonamiento y de sentimientos humanos.

Sólo esto está en mi mente cuando apoyo la idea de un «gobierno mundial», sin cálculo alguno acerca de lo que otras personas puedan maquinar cuando trabajan para el mismo objetivo. Defiendo la idea de un gobierno mundial porque estoy convencido de que no hay otro camino para eliminar el más terrible de los peligros en que el hombre se ha visto comprometido. Antes que ningún otro, el objetivo de evitar la destrucción total tiene que tener prioridad.

Estoy seguro de que ustedes comprenderán que esta carta ha sido escrita con toda la seriedad y la honestidad de que soy capaz; confío en que la aceptarán con el mismo espíritu.

Al recibir un premio mundial

De un discurso en el Carnegie Hall, 27 de abril de 1948. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Me siento profundamente conmovido por el honor que ustedes han querido conferirme. En el curso de mi larga vida he recibido de los hombres más reconocimientos de los que merezco y debo confesar que mi sensación de vergüenza siempre ha superado el placer consiguiente. Pero nunca, en ninguna ocasión previa, mi dolor ha sido tanto más hondo que el placer. Todos los que nos preocupamos por la causa de la paz y del triunfo de la razón y la justicia tenemos hoy muy claro lo ínfima que es la influencia que la razón y la buena voluntad ejercen sobre los acontecimientos políticos. Sin embargo, aunque esto es así, y sea lo que fuere lo que el destino nos depara, podemos estar seguros de que, sin los incansables esfuerzos de quie-

nes se preocupan por el bienestar de la humanidad en su conjunto, la situación del hombre sería peor que la actual.

En este tiempo de graves decisiones, lo que debemos decir a nuestros conciudadanos parece ser, por encima de todo, lo siguiente: cuando en la vida política se impone la creencia en la omnipotencia de la fuerza física, esta fuerza adquiere vida propia y se muestra más poderosa que los hombres que pretenden utilizarla como instrumento. La propuesta militarización del país no sólo nos amenaza con una guerra inmediata, sino que, además, destruirá lenta pero inexorablemente nuestro espíritu democrático y la dignidad de la persona humana. Aseverar que las circunstancias exteriores nos obligan a armarnos es erróneo y debemos oponernos a ello con todas nuestras fuerzas. En rigor, nuestro rearme, debido a la reacción de otros países, nos conducirá precisamente a la situación sobre la que los defensores del rearme basan sus propuestas.

Hay un *único* camino hacia la paz y la seguridad: el camino de la organización supranacional. El rearme unilateral de un país sólo hará que aumente la incertidumbre y la confusión general, sin llegar a proporcionar una protección efectiva.

Un mensaje a los intelectuales

Tomado del mensaje al Congreso de los Intelectuales para la Paz, celebrado en Wroclav; el mensaje nunca fue leído, pero la prensa lo publicó el 29 de agosto de 1948.

En nuestro carácter de intelectuales e investigadores de distintas nacionalidades, hoy nos hallamos enfrentados con una profunda e histórica responsabilidad. Existen motivos que nos obligan a estar agradecidos a nuestros colegas franceses y polacos, cuya iniciativa nos ha reunido aquí con un objetivo trascendental: utilizar la influencia de los hombres sensatos para promover la paz y la seguridad en todo el mundo. Este es el ancestral problema con el que Platón —uno de los primeros— luchó con empeño: aplicar la razón y la prudencia para lograr la solución de los problemas del hombre, en lugar de acudir a los instintos atávicos y a las pasiones.

A través de una penosa experiencia, hemos aprendido que el pensamiento racional no basta para resolver los problemas de nues-

tra vida social. La investigación y el trabajo científico serio han tenido a menudo trágicas proyecciones sobre la humanidad, produciendo, por una parte, los inventos que liberaban al hombre de un trabajo físico agotador y hacían que la vida fuera más rica y más fácil, mientras, por otra parte, introducían una grave inquietud en la vida humana, haciendo al hombre esclavo de su entorno tecnológico y —aún más catastrófico— creando los medios para su destrucción masiva. Sin duda estamos ante una tragedia de terrible alcance.

Por muy triste que sea este hecho, es quizá más trágico aún que, mientras la humanidad ha producido muchos investigadores de talla en el campo de la ciencia y la tecnología, desde hace largo tiempo no hemos sido capaces de hallar soluciones adecuadas para los innumerables conflictos políticos y tensiones económicas que nos abruman. Por cierto que el antagonismo de intereses económicos dentro y entre las naciones es en gran medida el responsable de la situación peligrosa y amenazante que vive el mundo de nuestros días. El hombre no ha sido capaz de desarrollar unas formas de organización política y económica que puedan garantizar la coexistencia pacífica de las naciones del mundo. No ha sido capaz de edificar un sistema que elimine la posibilidad de la guerra y que rechace para siempre los criminales instrumentos de destrucción masiva.

Sumergidos como nos hallamos en el trágico destino que nos ha llevado a colaborar en la elaboración de métodos de aniquilación más horribles y más eficaces cada vez, los científicos debemos considerar que nuestro solemne y trascendental deber es hacer todo lo que esté en nuestras manos para impedir que esas armas sean utilizadas con la brutal finalidad para la que han sido inventadas. ¿Qué otra tarea podría ser más importante para nosotros? ¿Qué objetivo social podría resultarnos más querido? Por todas estas circunstancias este Congreso tiene ante sí una misión vital. Estamos aquí para brindarnos consejo mutuamente. Debemos construir puentes espirituales y científicos que sirvan de enlace entre las naciones del mundo. Debemos superar los horribles obstáculos de las fronteras nacionales.

Dentro de las entidades menores de la vida comunitaria, el hombre ha hecho algunos progresos en el camino de acabar con las soberanías anti-sociales. Esto es verdad en cuanto a la vida dentro de las ciudades y, hasta cierto punto, también de la sociedad dentro de los estados individuales. En esas comunidades la tradición y la edu-

cación han tenido una influencia moderadora y han contribuido al surgimiento de relaciones de tolerancia entre los pueblos que viven dentro de esos confines. Pero en las relaciones entre estados independientes aún se impone una anarquía total. No creo que durante los últimos mil años hayamos logrado algún avance verdadero en este campo. Los conflictos entre las naciones todavía se resuelven, con excesiva frecuencia, por medio del poder brutal, por medio de la guerra. El deseo ilimitado de un poderío siempre mayor se ha convertido en un elemento activo y agresivo cada vez que se ha presentado la posibilidad física de que así sea.

A través de los siglos, este estado de anarquía en los asuntos internacionales ha ocasionado sufrimientos y destrozos indescriptibles; una y otra vez ha impedido el desarrollo de los hombres, de sus espíritus y de su bienestar. En ciertas ocasiones ha llegado al aniquilamiento casi total de países enteros.

Por otra parte, las naciones abrigan el deseo de estar constantemente preparadas para la guerra y esto añade nuevas repercusiones sobre la vida de los hombres. El poder de cada estado sobre sus ciudadanos ha crecido sin pausa durante los últimos siglos, tanto en los países en los que el poder estatal se ha ejercido con sensatez como en aquellos en que se ha utilizado para una tiranización brutal de la ciudadanía. La función estatal de mantener relaciones pacíficas y ordenadas entre los ciudadanos se ha convertido en un proceso cada vez más complejo, a causa de la concentración y centralización del moderno aparato industrial. Con el fin de proteger a sus ciudadanos de ataques externos, el Estado moderno necesita unos ejércitos cada vez más poderosos. Además, el Estado estima imprescindible educar a sus ciudadanos para la posibilidad de una guerra: una que no sólo corrompe el alma y el espíritu de los jóvenes, sino que también afecta la mentalidad de los adultos. Ningún país puede evitar esta corrupción, que infecta a la ciudadanía aun en países en los que no se profesan abiertas tendencias agresivas. Así, el Estado se ha convertido en un ídolo moderno a cuyo poder de sugestión sólo pueden escapar unos pocos hombres.

La educación para la guerra, por cierto, es un engaño. El desarrollo tecnológico de los últimos años ha creado una situación militar completamente nueva. Se han inventado horribles armas, capaces de destruir en unos pocos segundos importantes masas de seres humanos y enormes áreas de territorio. Habida cuenta de que la

ciencia no ha hallado todavía una protección adecuada, el Estado moderno ya no está en condiciones de brindar la seguridad necesaria a sus ciudadanos.

¿Cómo nos salvaremos, pues?

La humanidad sólo estará protegida del riesgo de una destrucción inimaginable y de una desenfrenada aniquilación, si un organismo supranacional tiene el poder de producir o poseer esas armas. Sin embargo, no cabe pensar que en las presentes circunstancias las naciones otorgarán dicho poder a un organismo supranacional, a menos que este detente el derecho legal y el deber de resolver todos los conflictos que, en el pasado, han dado origen a la guerra. Las funciones de los Estados individuales quedarán limitadas a sus asuntos internos, poco más o menos; en sus relaciones con los otros Estados sólo entenderán de proyectos y problemas que de ninguna manera puedan conducir a crear situaciones de peligro para la seguridad internacional.

Por desdicha no hay señales de que los gobiernos hayan llegado a comprender que la situación en la que se halla la humanidad hace que la adopción de medidas revolucionarias sea una apremiante necesidad. Nuestra situación no se puede comparar con ninguna otra del pasado. Por ende, es imposible aplicar métodos y medidas que en otro tiempo puedan haber sido eficaces. Debemos revolucionar nuestro pensamiento, revolucionar nuestras acciones y hemos de tener el valor de revolucionar las relaciones entre los países del mundo. Los tópicos de ayer no tienen validez hoy y, sin duda, estarán irremisiblemente fuera de lugar mañana. Llevar esta convicción a todos los hombres del mundo es la más importante y significativa tarea que los intelectuales hayan tenido jamás que apoyar. ¿Tendrán el valor necesario para superar, hasta donde sea preciso, los vínculos nacionalistas con el de inducir a los pueblos del mundo a cambiar sus arraigadas tradiciones nacionales de la manera más radical posible?

Es indispensable realizar un tremendo esfuerzo. Si ahora fracasa, la organización supranacional será construida más adelante, pero entonces se alzará sobre las ruinas de una gran parte del mundo hoy existente. Alberguemos la esperanza de que la abolición de la actual anarquía internacional no deba pagarse con una catástrofe mundial, cuyas dimensiones tal vez nadie pueda imaginar. El tiempo es terriblemente breve. Si queremos hacer algo debe ser ahora.

¿Por qué el socialismo?

De *Monthly Review*, Nueva York, mayo de 1949.

¿Es aconsejable que una persona inexperta en temas económicos y sociales exprese sus puntos de vista acerca del socialismo? Por muchas razones creo que lo es.

En primer término, consideremos el problema desde el punto de vista del conocimiento científico. Podría parecer que no existieran diferencias metodológicas esenciales entre la astronomía y la economía: en ambos campos los científicos tratan de descubrir leyes de validez general por las que se puedan comprender las conexiones que existen dentro de un determinado grupo de fenómenos. Pero en realidad existen diferencias metodológicas. En el campo de la economía el descubrimiento de unas leyes generales está dificultado por el hecho de que los fenómenos económicos observados están a menudo bajo la influencia de muchos factores que resulta complejo evaluar por separado. Además, la experiencia acumulada desde el comienzo del llamado período civilizado de la historia humana se ha visto influenciada y limitada —como es bien sabido— por causas que no pueden definirse como exclusivamente económicas en su naturaleza. Por ejemplo: la mayoría de los estados más importantes de la historia debieron su existencia a un proceso de conquista. Los pueblos conquistadores se constituyeron a sí mismos, legal y económicamente, como una clase privilegiada dentro del país conquistado. Se apropiaron del monopolio de las tierras y establecieron un clero salido de sus propias filas. Los sacerdotes, dueños del control de la educación, hicieron que la división de clases sociales se convirtiera en una institución permanente y crearon un sistema de valores que en adelante, y de manera hasta cierto punto inconsciente, delimitó el comportamiento social del pueblo.

Pero la tradición histórica data, por así decirlo, de ayer; en ningún momento hemos superado de verdad lo que Thorstein Veblen ha llamado la «fase depredadora» del desarrollo humano. Los hechos económicos observables pertenecen a esa fase y las leyes que podamos deducir de ellos no son aplicables a otras fases. Dado que el verdadero objetivo del socialismo es, precisamente, superar y avanzar más allá de la fase depredadora del desarrollo humano, la

ciencia de la economía, en su estado actual, puede arrojar muy poca luz sobre la sociedad socialista del futuro.

En segundo término, el socialismo se encamina hacia un fin social y ético. La ciencia, a su vez, no puede crear fines y, mucho menos, inculcarlos en los seres humanos. A lo sumo la ciencia puede aportar los medios por los cuales se pueda acceder a ciertos fines. Pero los fines en sí mismos son concebidos por personalidades poseedoras de ideales éticos encumbrados y —si esos fines no son endebles, sino vitales y vigorosos— son adoptados y servidos por las masas de seres humanos que, de manera semi-inconsciente, determinan la lenta evolución de la sociedad.

Por estas razones tendremos que guardarnos muy bien de otorgar excesiva validez a la ciencia y a los métodos científicos cuando están en juego problemas humanos. Y no habrá que suponer que los expertos son los únicos que tienen derecho a expresar sus criterios sobre problemas que afectan a la organización de la sociedad.

Muchas son las voces que desde hace cierto tiempo se alzan para decir que la sociedad humana atraviesa una crisis, que su estabilidad está seriamente quebrantada. Una característica de esta situación es que los individuos se sienten indiferentes y aun hostiles ante el grupo al que pertenecen, por grande o pequeño que sea. A fin de ilustrar este concepto, quiero traer a colación una experiencia personal. Hace poco tiempo, discutía yo con un hombre inteligente y bien dispuesto la amenaza de una nueva guerra, que en mi opinión pondría en serio peligro la existencia de la humanidad. Al respecto, señalé que sólo una organización supranacional podría ofrecer una protección adecuada ante ese peligro. Después de escucharme, mi visitante, con toda calma y frialdad, me dijo: «¿Por qué se opone usted con tanto empeño a la desaparición de la raza humana?».

Estoy seguro de que hace un siglo nadie hubiera formulado con tal ligereza una pregunta así. En ella está implícito el juicio de un hombre que ha luchado en vano para lograr un equilibrio dentro de sí mismo y, poco más o menos, ha perdido toda esperanza de lograrlo. Se trata de la expresión del duro aislamiento y soledad que acosan a mucha gente en estos días. ¿Cuál es la causa? ¿Hay alguna vía de escape?

Es fácil plantear estas preguntas, pero muy difícil responder a ellas con cierta seguridad. No obstante, en la medida de mis posibilidades, debo tratar de hacerlo, aun cuando soy muy consciente de

que nuestros sentimientos y nuestra lucha son a menudo contradictorios y oscuros y de que no pueden ser expresados mediante fórmulas sencillas y fáciles.

A un mismo tiempo, el hombre es una criatura solitaria y social. Como ser solitario trata de proteger su propia existencia y la de aquellos que están más cercanos a él, intenta satisfacer sus deseos personales y desarrollar sus habilidades innatas. Como ser social busca el reconocimiento y el afecto de sus congéneres, quiere compartir sus placeres, confortar a los demás en sus penurias y mejorar las condiciones de vida de los otros. Sólo la existencia de estos esfuerzos diversos, y a menudo contradictorios, da razón del carácter especial de un hombre, y la forma concreta de esos intentos determina el punto hasta el cual un individuo puede lograr su equilibrio interior y la medida en que será capaz de contribuir al bienestar de la sociedad. Es muy posible que la fuerza relativa de esos dos impulsos esté, en lo primordial, fijada por la herencia. Pero la personalidad que, por último, ha de imponerse está formada, en su mayor parte, por el entorno en el que el hombre se ha encontrado en el momento de su desarrollo, por las estructuras de la sociedad en la que se desenvuelve, por las tradiciones de esa sociedad y por su valoración de unos tipos particulares de comportamiento. Para el ser humano individual, el concepto abstracto de «sociedad» significa la suma total de sus relaciones directas e indirectas con sus contemporáneos y con todos los integrantes de las generaciones anteriores. El individuo está en condiciones de pensar, sentir, luchar y trabajar por sí mismo; pero, en su existencia física, intelectual y emocional, depende tanto de la sociedad que es imposible pensar en él o comprenderle fuera del marco de aquella. La «sociedad» abastece al hombre de su comida, su vestido, un hogar, las herramientas de trabajo, el lenguaje, las formas de pensamiento y la mayor parte de los contenidos del pensamiento; la vida del hombre es posible a través del trabajo y de los logros de muchos millones de personas del pasado y del presente, ocultas en la simple palabra «sociedad».

Por lo tanto, resulta evidente que la dependencia del individuo ante la sociedad es un hecho de la naturaleza que no puede ser abolido, tal como en el caso de las hormigas y de las abejas. Sin embargo, en tanto que todo el proceso vital de las hormigas y de las abejas está determinado, hasta en sus mínimos detalles, por rígidos instintos hereditarios, la estructura social y las interrelaciones de los

seres humanos son muy variables y susceptibles de cambio. La memoria, la capacidad de hacer nuevas combinaciones, el don de la comunicación oral han abierto, entre los seres humanos, la posibilidad de ciertos desarrollos que no están dictados por necesidades biológicas. Estos desarrollos se manifiestan a través de las tradiciones, las instituciones y las organizaciones, en la literatura, en la ciencia y en los logros de la ingeniería, en las obras de arte. Esto explica que, en cierto sentido, el hombre sea capaz de influir en su vida a través de su propia conducta y que jueguen un papel en este proceso el pensamiento y el deseo conscientes.

En el momento de nacer, a través de la herencia, el hombre adquiere una constitución biológica que podemos considerar fija e inalterable, en la que están incluidos los impulsos naturales que son característicos de la especie humana. Junto a esto, a lo largo de su vida, el ser humano adquiere una constitución cultural que obtiene de la sociedad mediante la comunicación y muchos otros tipos de influencias. Con el correr del tiempo, esta constitución cultural está sujeta a cambio y determina, en amplia medida, la relación entre individuo y sociedad. A través de la investigación comparativa de las llamadas culturas primitivas, la antropología moderna nos ha enseñado que el comportamiento social de los seres humanos puede diferenciarse profundamente, de acuerdo con los esquemas culturales y los tipos de organización que predominen en la sociedad. En esto han fijado sus esperanzas quienes luchan para mejorar el destino del hombre: los seres humanos *no* están condenados por su constitución biológica a aniquilarse los unos a los otros ni a ser presa de un hado cruel fabricado por ellos mismos.

Si nos preguntamos cómo se puede cambiar la estructura de la sociedad y la actitud cultural del hombre para hacer que la vida humana sea lo más satisfactoria posible, tendremos que tener en cuenta en todo momento que existen ciertas condiciones que somos incapaces de modificar. Como ya hemos visto, la naturaleza biológica del hombre, en un sentido práctico, no está sujeta a cambio. Además, los desarrollos tecnológicos y demográficos de los últimos siglos han creado condiciones que perdurarán. En núcleos de población relativamente densos, en los cuales los bienes de consumo son indispensables para una existencia continuada, se hace por completo necesaria una total división del trabajo y un aparato productivo centralizado por entero. Aunque al mirar hacia atrás parezca tan

idílico, ha desaparecido para siempre el tiempo en el que los individuos o unos grupos pequeños podían aspirar al auto-abastecimiento completo. Apenas si se exagerará al decir que la humanidad constituye hoy una comunidad planetaria de producción y consumo.

En este punto de mi exposición, debo indicar, en forma breve, lo que para mí constituye la esencia de la crisis de nuestro tiempo. La cuestión reside en la relación entre el individuo y la sociedad. El individuo ha tomado conciencia, más que nunca, de su situación de dependencia ante la sociedad. Pero no considera que esa dependencia sea un hecho positivo, un nexo orgánico, una fuerza protectora, sino que la ve como una amenaza a sus derechos naturales e incluso a su existencia económica. Por otra parte, su posición dentro de la sociedad hace que sus impulsos egoístas se vayan acentuando de manera constante, mientras que sus impulsos sociales —que son más débiles por naturaleza— se vayan deteriorando progresivamente. Sea cual fuere su posición en la sociedad, todos los seres humanos sufren este proceso de deterioro. Prisioneros de su propio egoísmo sin saberlo, se sienten inseguros, solitarios y despojados del goce ingenuo, simple y directo de la vida. El hombre ha de hallar el significado de su vida —por estrecho y peligroso que sea— sólo a través de una entrega de sí mismo a la sociedad.

La anarquía económica de la sociedad capitalista tal como existe hoy es, en mi opinión, la verdadera fuente de todos los males. Vemos alzarse ante nosotros una inmensa comunidad de productores, cuyos miembros luchan sin cesar para despojarse unos a otros de los frutos del trabajo colectivo, no ya por la fuerza, sino con el apoyo total de unas reglas legalmente establecidas. En este plano, es importante comprender que los medios de producción (es decir, toda la capacidad productiva que se necesita para producir tanto bienes de consumo como bienes de inversión) pueden ser, en forma legal —y de hecho en su mayoría lo son—, de propiedad privada de ciertos individuos.

En bien de la simplicidad, en la exposición que sigue utilizaré el vocablo «trabajador» para designar a quienes no comparten la propiedad de los medios de producción, aunque esto no corresponda con el uso habitual del término. El propietario de los medios de producción está en condiciones de comprar la capacidad laboral del trabajador. Mediante el uso de los medios de producción, el trabajador produce nuevos bienes que se convierten en propiedad del

capitalista. El punto esencial de este proceso es la relación existente entre lo que el trabajador produce y lo que recibe como paga, ambos elementos medidos en términos de su valor real. En la medida en que el contrato laboral es «libre», lo que el trabajador recibe está determinado no por el valor real de los bienes que produce, sino por sus necesidades mínimas y por la cantidad de mano de obra solicitada por el sistema en relación con el número de trabajadores que compiten por un puesto de trabajo. Es importante comprender que, incluso en teoría, la paga del trabajador no está determinada por el valor de su producto.

El capital privado tiende a concentrarse en unas pocas manos, en parte a causa de la competencia entre los capitalistas y en parte a causa del desarrollo tecnológico y de la creciente división de la clase obrera, hechos que determinan la formación de unidades mayores de producción, en detrimento de las unidades menores. El resultado es una oligarquía del capital privado, cuyo enorme poder no puede ser eficazmente controlado ni siquiera por una sociedad política organizada según principios democráticos. Esto es así porque los miembros de los cuerpos legislativos son seleccionados por los partidos políticos, que reciben fuertes influencias y amplia financiación de los capitales privados que, en la práctica, separan al electorado de la legislatura. La consecuencia es que los representantes del pueblo no protegen con la debida eficacia y en la medida suficiente los intereses de los sectores menos privilegiados de la población. En las circunstancias actuales, además, los capitales privados controlan, inevitablemente, en forma directa o indirecta, las principales fuentes de información (prensa, radio, educación). De modo que es muy difícil, e incluso en la mayoría de casos casi imposible, que el ciudadano llegue a conclusiones objetivas y pueda hacer un uso inteligente de sus derechos políticos.

La situación predominante en una economía basada en la propiedad privada del capital se caracteriza por dos principios básicos: primero, los medios de producción (el capital) son propiedad privada y sus propietarios disponen de ellos como juzguen conveniente; segundo, el contrato laboral es libre. Desde luego que no existe una sociedad capitalista *pura,* en este sentido. En particular, notemos que los trabajadores, mediante largas y acerbas luchas políticas, han logrado obtener una cierta mejoría del «contrato laboral libre» para ciertas categorías de trabajadores. Pero considerada en su conjunto, la economía del presente no difiere demasiado del capitalismo «puro».

El objetivo de la producción es el beneficio, no su consumo. No se prevé que todos aquellos que sean capaces de trabajar y quieran hacerlo tengan siempre la posibilidad de conseguir un empleo; casi siempre existe, en cambio, un «ejército de parados». El trabajador se ve acosado por el temor constante de perder su plaza. Dado que los trabajadores sin trabajo y mal pagados no dan lugar a un mercado lucrativo, la producción de bienes de consumo se reduce con sus duras consecuencias. El progreso tecnológico a menudo desencadena mayor proporción de paro, en lugar de aliviar la carga laboral para todos. El interés por el lucro, conjugado con la competencia entre los capitalistas, es responsable de la inestabilidad del ritmo de acumulación y utilización del capital, que conduce a severas y crecientes depresiones. La competencia ilimitada conduce a un derroche de trabajo y a amputar la conciencia social de los individuos, fenómeno del que ya he hablado antes.

Creo que el peor daño que ocasiona el capitalismo es el deterioro de los individuos. Todo nuestro sistema educativo se ve perjudicado por ello. Se inculca en los estudiantes una actitud competitiva exagerada; se los entrena en el culto al éxito adquisitivo como preparación para su futura carrera.

Estoy convencido de que existe un camino para eliminar estos graves males, que pasa por el establecimiento de una economía socialista, acompañada por un sistema educativo que esté orientado hacia objetivos sociales. Dentro de ese sistema económico, los medios de producción serán propiedad del grupo social y se utilizarán según un plan. Una economía planificada que regule la producción de acuerdo con las necesidades de la comunidad, distribuirá el trabajo que deba realizarse entre todos aquellos capaces de ejecutarlo y garantizará la subsistencia a toda persona, ya sea hombre, mujer o niño. La educación de los individuos, además de promover sus propias habilidades innatas, tratará de desarrollar en ellos un sentido de responsabilidad ante sus congéneres, en lugar de preconizar la glorificación del poder y del éxito, como ocurre en nuestra actual sociedad.

De todas maneras, hay que recordar que una economía planificada no es todavía el socialismo. Una economía planificada podría ir unida a la esclavización completa de la persona. La realización del socialismo exige resolver unos problemas socio-políticos de gran dificultad: dada la centralización fundamental del poder político y económico, ¿cómo se podrá impedir que la burocracia se convierta

en una entidad omnipotente y arrogante? ¿Cómo se pueden proteger los derechos del individuo para así asegurar un contrapeso democrático que equilibre el poder de la burocracia?

Seguridad nacional

Contribución al programa de televisión de la señora Eleanor Roosevelt, dedicado a las repercusiones de la bomba H, 13 de febrero de 1950.

Le agradezco, señora Roosevelt, la oportunidad que me brinda para expresar mis convicciones acerca de este importantísimo problema político.

La idea de lograr la seguridad del país a base de armarse, en el presente estado de la técnica militar, no es más que una ilusión desastrosa. Por parte de los Estados Unidos, esta ilusión se ha exagerado aún más porque este país ha sido el primero en producir la bomba atómica, imponiéndose la creencia de que era posible obtener una decisiva superioridad militar y con ello intimidar a cualquier enemigo potencial y lograr la seguridad que tan ardientemente deseamos. El axioma que hemos seguido durante estos últimos cinco años ha sido: seguridad por la superioridad militar, sea cual fuere el coste.

Esta actitud psicológica tiene sus inevitables consecuencias. Cada una de las decisiones en el campo de la política exterior está gobernada por un único punto de vista: ¿cómo debemos actuar para obtener la máxima superioridad sobre nuestros enemigos, en el caso de una guerra? Estableciendo bases militares en todos los puntos estratégicos importantes de la tierra; armando y desarrollando el poder económico de los aliados potenciales; dentro del país, concentrando un tremendo poder financiero en manos de los militares, militarizando la juventud, supervisando estrictamente la lealtad de los ciudadanos y en particular de los funcionarios por medio de una fuerza policial más conspicua cada día, intimidando a aquellos que sostienen un pensamiento político independiente, adoctrinando sutilmente al público a través de la radio, la prensa y la escuela. Y también aumentando las restricciones en el ámbito de la información pública, bajo la presión del secreto militar.

La carrera armamentista entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, originalmente de ámbito preventivo, adquiere caracteres de

histeria. Ambas partes se han lanzado, con el máximo secreto, al perfeccionamiento de los medios masivos de destrucción con una prisa febril. En el horizonte ha surgido la bomba de hidrógeno como un objetivo alcanzable. Su acelerado desarrollo ha sido proclamado solemnemente por el primer mandatario. De lograrse, el envenenamiento radiactivo de la atmósfera y la consiguiente destrucción de todo rastro de vida sobre la Tierra se habrá puesto a nuestro alcance. El carácter fantasmal de este desarrollo se manifiesta en su curso compulsivo. Cada paso parece ser la inevitable consecuencia del precedente. Al final, cada vez con más claridad, nos aguarda la aniquilación general.

¿Existe un camino para salir de este atolladero creado por el propio hombre? Todos nosotros, y en especial los que son responsables de la actitud de los Estados Unidos y de la Unión Soviética, debemos comprender que quizás hayamos vencido a un enemigo exterior, pero hemos sido incapaces de desembarazarnos de la mentalidad creada por la guerra. Es imposible lograr la paz mientras cada uno de nuestros actos se ejecuta con miras a un posible conflicto bélico futuro. Toda acción política tendría que regirse con vistas a esta pregunta: ¿qué podemos hacer en bien de una coexistencia pacífica e incluso de una cooperación leal entre las naciones? El primer problema es desechar los miedos y las desconfianzas mutuas. Habrá que hacer una solemne renuncia a la violencia (no sólo a los medios de destrucción masiva). Esta renuncia, sin embargo, sólo será eficaz si al mismo tiempo un organismo supranacional, judicial y ejecutivo, queda constituido e investido del poder de decidir en problemas que conciernan a la seguridad de las naciones. Incluso una *declaración* en que las naciones se comprometan a colaborar con lealtad en la realización de un «gobierno mundial restringido» podría reducir considerablemente el riesgo de una guerra.

En último análisis, toda clase de cooperación pacífica entre los hombres está basada, en principio, sobre la mutua confianza y sólo en segundo lugar en instituciones tales como los tribunales de justicia y la policía. Esto es válido para las naciones tanto como para los individuos. Y la base de la confianza es la lealtad.

¿Qué pasa con el control internacional? Puede ser útil de forma complementaria. Pero sería prudente no estimar en exceso su importancia. El ejemplo de la Ley seca debería darnos que pensar.

La búsqueda de la paz

Entrevista radiada, del 16 de junio de 1950, grabada en el estudio de Einstein, en su casa de Princeton, Nueva Jersey.

Pregunta: ¿Es una exageración decir que el destino del mundo pende de un hilo?

Respuesta: No, no lo es. El destino de la humanidad siempre está pendiendo de un hilo..., pero ahora es más cierto que en ninguna otra época anterior.

P.: ¿Cómo podríamos hacer para que la gente comprenda la dificultad del momento presente?

R.: Creo que *puede* darse respuesta a esta pregunta. No se hallará ningún remedio mientras se continúe con los preparativos para la guerra. En cambio, habrá que partir de la convicción de que un desastre militar sólo puede evitarse mediante pacientes negociaciones y a través de la creación de una base legal para la solución de los problemas internacionales, que esté apoyada en un organismo ejecutivo con poder propio: en pocas palabras, en una especie de gobierno mundial.

P.: ¿La carrera armamentista atómica nos conduce hacia otra guerra mundial o, como sostienen algunas personas, es una manera de evitar la guerra?

R.: La competencia armamentista no es un modo de evitar la guerra. Cada paso dado en esa dirección nos conduce hacia la catástrofe. La carrera armamentista es el *peor* método para prevenir un conflicto abierto. Una paz verdadera no se logrará si no se apela al desarme sistemático, dentro de una escala supranacional. Digo y repito que el armamento no es una protección ante la guerra, sino que inevitablemente *conduce* a un conflicto bélico.

P.: ¿Es posible realizar preparativos para la guerra y, al mismo tiempo, construir una comunidad mundial?

R.: La lucha por la paz y los aprestos bélicos son incompatibles entre sí, y más que nunca en estos tiempos nuestros.

P.: ¿Es posible evitar la guerra?

R.: La respuesta es muy simple: si tenemos el valor necesario para decidirnos en nuestro fuero interno por la paz, *tendremos* paz.

P.: ¿Cómo?

R.: Gracias a la firme voluntad de lograr un acuerdo. Esto es axiomático. No estamos dentro de un juego, sino en unas circuns-

tancias que implican un alto grado de peligro para la existencia. Si no estamos firmemente decididos a resolver las cosas de una manera pacífica, jamás llegaremos a una solución pacífica.

P.: ¿Qué efectos cree usted que tendrá la energía atómica sobre nuestra civilización en los próximos diez o veinte años?

R.: Poco importantes. Las posibilidades técnicas que poseemos son bastante satisfactorias... si nos atenemos a un uso correcto.

P.: ¿Qué opina usted acerca de los profundos cambios en nuestra vida, que predicen algunos cientfficos? Por ejemplo, la posibilidad de que sea necesario trabajar sólo dos horas por día.

R.: Los seres humanos somos siempre los mismos. No hay verdaderos cambios profundos. No es demasiado importante que trabajemos cinco horas o dos. Nuestro problema es de índole social y económica, a nivel internacional.

P.: ¿Qué pediría usted que se hiciera con las bombas atómicas que ya se han fabricado y almacenado?

R.: Que se entregasen a una organización supranacional. Durante el intervalo que medie hasta la concreción de una paz sólida, es imprescindible poseer alguna clase de protección. El desarme unilateral no es posible, no merece la pena hablar de ello. Los armamentos deben ser confiados a una autoridad internacional. No existe otra posibilidad..., el desarme sistemático combinado con un gobierno supranacional. No debemos observar el problema de la seguridad demasiado técnicamente. Son más importantes el *deseo* de paz y la buena disposición para aceptar cada uno de los pasos necesarios para lograr ese fin.

P.: ¿Qué podemos *hacer* cada uno de nosotros con respecto a la guerra o a la paz?

R.: Los ciudadanos podrán obligar a todos los que quieran ser elegidos (al Congreso, etcétera) a comprometerse a trabajar en bien del orden internacional y de la limitación de las soberanías nacionales, para favorecer dicho orden. Cada persona está comprometida en la formación de la opinión pública... y debe comprender qué es necesario... y ha de tener el valor de hablar con claridad.

P.: La emisora de las Naciones Unidas hace llegar su voz a todos los rincones de la tierra, en veintisiete lenguas. En vista de que este es un momento de gran peligro, ¿qué palabras querría usted hacer llegar a los pueblos del mundo?

R.: Considerados en su totalidad, creo que los principios de Gandhi fueron más acertados que los de cualquier otro político de nues-

tro tiempo. Tenemos que luchar para que nuestras acciones se desarrollen dentro de ese espíritu..., no utilizar la violencia para abogar por nuestra causa y, en cambio, apelar a la no participación en todo aquello que consideremos fuente de mal.

La cultura ha de ser una de las bases de la comprensión mundial

Del *Correo de la Unesco* de diciembre de 1951.

A fin de abarcar la plena significación de la Declaración Universal de los Derechos del Hombre, es útil conocer a fondo la situación mundial que ha dado origen a las Naciones Unidas y a la Unesco. La devastación ocasionada por las guerras en estos últimos cincuenta años ha hecho que todo el mundo comprendiera que, con el actual nivel tecnológico, la seguridad de las naciones sólo puede estar basada en instituciones supranacionales y en estrictas normas de conducta. Ya se ha aceptado que, a largo plazo, una conflagración mundial sólo puede ser evitada si se instituye una federación mundial de naciones.

Y así, a modo de modesto comienzo del orden internacional, se fundaron las Naciones Unidas. Sin embargo, esta institución no es más que el lugar en que se reúnen los delegados de los gobiernos y no los representantes de los pueblos actuando con independencia, sobre la base de sus propias convicciones. Además, las decisiones de las Naciones Unidas no tienen fuerza ejecutiva para ningún gobierno nacional, ni existen medios concretos a través de los cuales se pueda exigir el cumplimiento de una decisión.

La eficacia de las Naciones Unidas está más reducida aún por el hecho de que se ha negado la participación a ciertas naciones: excluirlas afecta de manera negativa el carácter mundial de este organismo. No obstante, considerado en sí mismo, el que se planteen y discutan abiertamente los problemas internacionales favorece la solución pacífica de los conflictos. La existencia de una plataforma supranacional de discusión vale para que los pueblos se acostumbren gradualmente a la idea de que los intereses nacionales deben ser defendidos mediante las negociaciones pertinentes y no por la fuerza bruta.

Considero que la característica más valiosa de las Naciones Unidas es este efecto psicológico o educativo. Una federación mundial

presupone una nueva clase de lealtad por parte del hombre, un sentido de la responsabilidad que no se desvanece en las fronteras nacionales. Para alcanzar una verdadera eficacia, esa lealtad tendrá que abarcar algo más que objetivos políticos. Será imprescindible agregar la comprensión entre los distintos grupos culturales, la ayuda mutua económica y cultural.

Sólo un esfuerzo en este sentido dará origen a un sentimiento de confianza estable, hoy perdida a causa de los efectos psicológicos de las guerras y minada por la estrecha filosofía del militarismo y de la política de grandes potencias. Sin comprensión y sin una cierta dosis de confianza recíproca ninguna institución que vele por la seguridad colectiva de las naciones tendrá eficacia.

A las Naciones Unidas se agregó la Unesco, organismo cuya función es trabajar en bien de las tareas culturales. La Unesco ha tenido la capacidad necesaria para evitar la influencia paralizadora de la política de grandes potencias, al menos en grado mucho mayor que las Naciones Unidas.

Sólo pueden establecerse unas relaciones internacionales sanas entre pueblos formados por personas sanas que gocen de una cierta independencia; sobre la base de esta convicción, las Naciones Unidas han elaborado una Declaración Universal de los Derechos del Hombre, que ha sido adoptada por la Asamblea General el 10 de diciembre de 1948.

La Declaración estipula una serie de principios básicos universales, que tienden a asegurar la protección del individuo, a evitar la explotación económica del hombre y a salvaguardar el libre desarrollo de sus actividades dentro de la sociedad.

Divulgar estos principios entre los Estados miembros de las Naciones Unidas está considerado como un objetivo de gran importancia. De modo que la Unesco dedica este tercer aniversario a formular una amplia llamada de atención para establecer que estas aspiraciones fundamentales sean una base sobre la cual ha de restaurarse la salud política de los pueblos.

Era difícil de evitar que la Declaración estuviera redactada bajo la forma de un documento legal, que por su rigidez puede conducir a discusiones interminables. Es imposible que un texto de esa naturaleza abarque la gran diversidad de condiciones de vida en los distintos países miembros de la organización; por otra parte, es inevitable que esta clase de texto admita muy distintas interpretaciones de

detalle. La tendencia general de la Declaración, sin embargo, es inequívoca y proporciona una base adecuada y aceptable para el juicio y la acción.

Reconocer formalmente ciertos principios y adoptarlos como líneas de acción a despecho de todas las adversidades de una situación cambiante son dos cosas bien diferentes, tal como cualquier observador imparcial puede comprobarlo a través de la historia de las instituciones religiosas. La Declaración, pues, ejercerá una verdadera influencia única y exclusivamente cuando las Naciones Unidas demuestren con sus decisiones y sus hechos que encarnan *de facto* el espíritu de este documento.

Acerca de la abolición de la amenaza de guerra

Escrito el 20 de septiembre de 1952. Publicado en la revista japonesa *Kaizo*, de Tokio, en el número de otoño de 1952.

Mi participación en el proceso que condujo a producir la bomba atómica se redujo a una única acción: firmé una carta dirigida al presidente Roosevelt, pidiendo que se realizaran experimentos en gran escala para explorar las posibilidades de producción de una bomba atómica.

Siempre he sido consciente del terrible riesgo que representaba para la humanidad un éxito en este campo. Pero la posibilidad de que los alemanes estuvieran trabajando en el mismo problema, con fuertes expectativas de éxito, me forzó a dar aquel paso. No podía hacer otra cosa, a pesar de que siempre he sido un pacifista convencido. Según mi criterio, matar en una guerra no es mejor que cometer un asesinato común.

En la medida en que las naciones no se resuelvan a abolir la guerra mediante una acción común y no quieran solucionar sus conflictos y proteger sus intereses con decisiones pacíficas que tengan una base legal, se sentirán compelidas a prepararse para la guerra. Se sentirán obligadas a aprestarse con todos los medios posibles, incluso los más detestables, para no quedar atrás en la carrera armamentista general. Este camino conduce, necesariamente, a la guerra, una guerra que dadas las actuales condiciones significa la destrucción universal.

En estas circunstancias, la lucha contra los *medios* no tiene posibilidad de lograr el éxito. Sólo la abolición radical de las guerras y de

la amenaza de guerra puede valer de algo. Este ha de ser nuestro objetivo. Cada persona debe estar resuelta a no permitir que los hechos la fuercen a ejecutar acciones que vayan en contra de este fin. Se trata de una exigencia severa para quien tenga conciencia de su situación de dependencia ante la sociedad. Pero no representa un imposible.

Gandhi, el mayor genio político de nuestro tiempo, nos ha señalado el camino, y nos ha demostrado que el pueblo es capaz de grandes sacrificios una vez que ha entrevisto la vía correcta. El trabajo que este hombre ha realizado por la liberación de la India es un testimonio vivo de que la voluntad gobernada por una firme convicción es más fuerte que el poder material, invencible en apariencia.

Síntomas de declive cultural

Bulletin of Atomic Scientists, Vol. VIII, N.º 7, octubre de 1952.

Un intercambio de ideas y conclusiones científicas libre y amplio es necesario para el adecuado desarrollo de la ciencia, tal como sucede en todas las esferas de la vida cultural. En mi opinión, no cabe duda de que la intervención de las autoridades políticas de este país en el libre intercambio de conocimientos entre individuos ya ha tenido efectos significativamente dañinos. En primer lugar, el daño se manifiesta en el ámbito del trabajo científico propiamente dicho y, después de un cierto período, se hace visible en la tecnología y en la producción industrial.

La intrusión de las autoridades políticas en la vida científica de nuestro país es muy evidente en la obstrucción de los viajes de los científicos e investigadores americanos hacia el extranjero y del acceso a este país de científicos de otras naciones. Este comportamiento mezquino por parte de un país poderoso no es más que un síntoma periférico de una dolencia que tiene raíces mucho más profundas.

La interferencia en la libertad de comunicar por escrito u oralmente los resultados científicos, la generalizada actitud de desconfianza política que está sostenida por una inmensa organización policial, la timidez y la ansiedad que las personas ponen para evitar todo aquello que pueda ser motivo de sospecha y que amenace su posición económica; todo esto no son sino síntomas, aun cuando revelen con total claridad el carácter amenazante de la enfermedad.

Sin embargo, a mi parecer, el verdadero mal reside en la actitud que ha creado la Segunda Guerra Mundial y que domina todas nuestras acciones. En especial, la creencia de que en tiempos de paz debemos organizar toda nuestra vida y nuestro trabajo de modo que, en caso de guerra, podamos estar seguros de la victoria. Esta actitud da lugar a la creencia de que la libertad y aún la existencia de cada persona están amenazadas por poderosos enemigos.

Esta actitud explica todos los desagradables hechos que antes he denominado síntomas. Si no se rectifica, conducirán a una guerra y a una destrucción de vasto alcance. Esta situación está expresada en el presupuesto de los Estados Unidos.

Sólo si superamos esta obsesión podremos brindar una atención adecuada al verdadero problema político, que se resume en la siguiente pregunta: «¿Cómo podemos contribuir a conseguir una vida más segura y más tolerable en esta tierra ya tan degradada?»

No podremos erradicar los síntomas que hemos mencionado, y muchos otros, si no superamos la enfermedad más profunda que nos está atacando.

Tercera parte

Acerca del pueblo judío

Carta al profesor doctor Hellpach, Ministro de Estado

Respuesta a un artículo del profesor Hellpach, que apareció en el *Vossische Zeitung* en 1929. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Estimado señor Hellpach:

He leído su artículo sobre el sionismo y el Congreso de Zurich y creo que, en mi condición de firme defensor de la idea sionista, debo contestarle, siquiera brevemente.

Los judíos constituyen una comunidad unida por lazos de sangre y de tradición y no sólo por un credo religioso: la actitud del resto del mundo hacia ellos es prueba suficiente de esto. Hace quince años, al llegar a Alemania, descubrí por primera vez que yo era judío y debo ese descubrimiento más a los gentiles que a los judíos.

La tragedia de los judíos es que son un pueblo con una evolución histórica bien definida, que carece del apoyo de una comunidad que lo aglutine. El resultado es un anhelo en el individuo de bases sólidas, que en sus manifestaciones extremas se traduce en una inestabilidad moral. La experiencia me ha enseñado que la salvación del pueblo judío sólo será posible si cada judío del mundo se arraiga en una comunidad viva, a la que, como individuo, le agrade pertenecer y que le permita sobrellevar el odio y las humillaciones de que le hace objeto el resto del mundo.

He visto judíos dignos caricaturizados con bajeza y esto ha hecho sangrar mi corazón. He visto que las escuelas, las revistas satíricas

y muchas otras fuerzas que responden a la mayoría gentil minan la confianza de los mejores de mis hermanos de sangre y he pensado que no se puede permitir que ello continúe.

He comprendido también que sólo una empresa común, querida de todos los judíos del mundo, podría devolver la salud a este pueblo. Herzl ha hecho algo muy importante al comprender y proclamar con fuerza que, dada la tradicional actitud de los judíos, establecer un hogar nacional o, con más exactitud, un centro en Palestina es un objetivo digno de que en él se concentren todos nuestros esfuerzos.

Usted llama a esto nacionalismo y no sin cierta razón. Pero una finalidad común sin la cual no podemos ni vivir ni morir en este mundo hostil siempre podrá ser denominada con ese feo nombre. De todas maneras, se trata de un nacionalismo cuyo fin no es el poder, sino la dignidad y la salud moral. Si no tuviéramos que vivir entre personas intolerantes, mezquinas y violentas, yo sería el primero en rechazar todo nacionalismo en favor de una comunidad universal.

La objeción de que los judíos no podemos ser verdaderos ciudadanos de Alemania, por ejemplo, si queremos seguir siendo una «nación», está basada en un desconocimiento de la naturaleza del Estado, que nace de la intolerancia de una mayoría nacional. Contra esa intolerancia jamás habrá nada que nos proteja, nos autodenominemos o no un pueblo o una nación.

He expuesto mis ideas con brutal franqueza para ser breve, pero sé por sus escritos que es usted un hombre que se atiene al contenido y no a las formas.

Carta a un árabe

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

15 de marzo de 1930

Su carta me ha producido gran placer y me demuestra que también por su parte existe buena voluntad para que nuestros pueblos resuelvan las dificultades presentes de un modo digno. Creo que estas dificultades son psicológicas más que reales y que pueden ser superadas, si ambas partes comprometen su honestidad y sus buenos deseos en la tarea.

La actual situación resulta difícil porque los judíos y los árabes se enfrentan antagónicamente ante la potencia mandataria. Este estado de cosas es indigno de ambas naciones y sólo puede ser remediado mediante la búsqueda de una vía intermedia que sea aceptable para ambas partes.

Expondré en estas líneas el método que creo habría que seguir para que las presentes dificultades desaparezcan. Debo subrayar que esto no es más que mi opinión personal y que no la he discutido con nadie. Escribo esta carta en alemán porque no estoy en condiciones de escribirla en inglés por mí mismo y quiero ser el único responsable de lo que en ella diga. Estoy seguro de que usted encontrará algún judío, partidario del principio de conciliación, que pueda traducírsela.

Deberá formarse un «Consejo Privado», al que judíos y árabes enviarán cuatro representantes, no comprometidos con ningún partido político.

Cada grupo estará compuesto del siguiente modo:

Un doctor, elegido por el Colegio de Médicos.

Un abogado, elegido por el Colegio de Abogados.

Un representante obrero, elegido por los sindicatos.

Un eclesiástico, elegido por el clero.

Estas ocho personas deberán reunirse una vez por semana; se comprometerán a no servir los intereses de su profesión ni de su nación, sino a garantizar en conciencia y del mejor modo posible la prosperidad de toda la población. Sus deliberaciones serán secretas y les estará estrictamente prohibido informar acerca de ellas, incluso en privado. Cuando se haya llegado a una decisión sobre cualquier tema, avalada por no menos de tres miembros de cada parte, se dará a conocer en público, pero sólo en nombre de todo el Consejo. Si un miembro disiente, puede retirarse del organismo, pero no queda eximido de la obligación de secreto. Si alguna de las instituciones antes mencionadas se manifestara insatisfecha con una resolución del Consejo, podría reemplazar a su representante por otro.

Aunque este «Consejo Privado» no tenga competencias definidas, podrá no obstante limar gradualmente las diferencias y asegurar una unidad de representación de los intereses comunes del país ante el poder mandatario eliminando el polvo de una política demasiado miope.

La comunidad judía

Discurso pronunciado en el Savoy Hotel de Londres, el 29 de octubre de 1930. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Señoras y señores:

No me es fácil superar mi natural propensión a una vida tranquila y contemplativa. Pero no he podido permanecer sordo al llamado de la ORT y de la OZE*; al responder a él, responso al llamado de nuestra nación judía, tan duramente oprimida.

La situación de nuestra dispersa comunidad judía es un barómetro moral del mundo político. Porque, ¿qué más revelador de la moralidad política y del respeto por la justicia que la actitud de las naciones ante una minoría indefensa, cuya peculiaridad radica en la salvaguarda de una ancestral tradición cultural?

En estos momentos, ese barómetro está muy bajo, como lo comprobamos con dolor por la manera en que estamos siendo tratados. Pero esto mismo me confirma en la convicción de que nuestro deber estriba en salvaguardar y consolidar nuestra comunidad. Impregnando la tradición del pueblo judío hay un amor por la justicia y la razón que debe continuar operando en bien de todos los hombres, ahora y en el futuro. En tiempos modernos esta tradición ha producido a hombres como Spinoza y Karl Marx.

Quien desee conservar el espíritu también deberá cuidar del cuerpo que lo alberga. La OZE cuida, literalmente, de los cuerpos de nuestro pueblo. En una Europa oriental sobre la que se cierne la depresión con un ahínco especial, trabaja día y noche para ayudar a nuestros hermanos. Por su parte la ORT trata de neutralizar las severas desventajas sociales y económicas que afligen a los judíos desde la Edad Media. En aquellos tiempos, después de haber sido excluido de todas las ocupaciones directamente productivas, el pueblo judío se vio forzado a dedicarse únicamente a actividades mercantiles. La única manera de ayudar a los judíos de Europa oriental es dándoles acceso a nuevos campos de actividad, por los que luchan en todo el mundo. Este es el arduo problema con el que, no sin fortuna, se enfrenta la ORT.

---

* Sociedades judías con fines caritativos.

A ustedes, hermanos judíos de Inglaterra, apelamos, para pedirles ayuda en esta gran empresa, puesta en marcha por hombres extraordinarios. Los últimos años o, más exactamente, los últimos días nos han herido con sucesos amargos que tienen que haberles dolido en forma especial. No acusemos al destino; veamos en esos hechos un motivo para permanecer fieles a la causa de la comunidad judía. Estoy convencido de que, al obrar así, estamos luchando por unos principios que benefician a todos los hombres y que siempre hemos reconocido como los más elevados.

Recordemos que las dificultades y los obstáculos son una valiosa fuente de salud y fuerza para cualquier comunidad. No hubiéramos sobrevivido como tal a lo largo de miles de años, si el nuestro hubiera sido un lecho de rosas. De esto tengo la plena convicción.

Sin embargo, aún nos espera un consuelo mejor. Nuestros amigos no son numerosos, pero entre ellos hay hombres de noble espíritu, dotados de un profundo sentido de la justicia, que han dedicado sus vidas a elevar la sociedad humana y a liberar al individuo de la opresión degradante.

Hoy podemos alegrarnos de tener entre nosotros a hombres de esta naturaleza. No pertenecen al pueblo judío y dan una especial solemnidad a esta noche memorable. Me alegro de tener frente a mí a Bernard Shaw y a H. G. Wells. Sus concepciones del mundo siempre me han seducido.

Usted, señor Shaw, se ha ganado la admiración y el afecto de los hombres tomando un camino imposible de seguir para muchos. No sólo ha predicado la moral a la humanidad. Se ha burlado de tantas cosas que parecían intocables. Lo que usted ha hecho sólo puede hacerlo un artista. De su sombrero mágico usted hizo surgir innumerables figuras que, aunque de apariencia humana, no fueron creadas de carne y hueso, sino de ingenio, inteligencia y gracia. Y como se parecen más a los humanos que nosotros mismos, hasta llegamos a olvidarnos de que no son obra de la naturaleza, sino suya. Usted mueve estas figuras en este pequeño mundo suyo, regido por la gracia, en el que el resentimiento no existe. Quien observe este universo descubre bajo otras luces nuestro mundo real; constata que sus figuras se deslizan tan airosamente entre los hombres reales que estos adquieren, de pronto, un aspecto distinto del anterior. Y poniéndonos ante el espejo nos enseña a liberarnos como no ha logrado hacerlo casi ninguno de nuestros contemporáneos. Gracias a ello ha conseguido librar a la existencia de un poco de su pesadez.

Nosotros se lo agradecemos desde el fondo del corazón y nos felicitamos por la inmensa fortuna que nos deparó, entre tantas dolorosas enfermedades, tamaño médico del alma. Personalmente quiero agradecerle las palabras dirigidas al mítico sosias*, que tanto me complica la vida con su solemnidad, pero que en el fondo es un buen chico.

***

Ante todos ustedes, hermanos judíos, vuelvo a repetir que la existencia y el destino de nuestro pueblo depende de nosotros mismos más que de factores externos. Es nuestro deber permanecer fieles a las tradiciones morales que nos han permitido sobrevivir durante milenios, a pesar de las oscuras tormentas que se han desencadenado sobre nuestras cabezas. Al servicio de la vida, el sacrificio se transforma en una gracia.

Discurso sobre la reconstrucción en Palestina

A partir de 1920, al observar la expansión del anti-semitismo en Alemania después de la Primera Guerra Mundial, Einstein, que hasta ese momento había mostrado poco interés por los asuntos religiosos, se convirtió en un ferviente adepto del movimiento sionista. En 1921 viajó a Nueva York, acompañado por el profesor Chaim Weizmann —que más tarde sería el primer presidente del Estado de Israel— para reunir fondos para el Jewish National Fund y la Universidad Hebrea de Jerusalén (fundada en 1918). Tras un viaje a China y Japón, durante el cual recibiría el Premio Nobel de Física, en febrero de 1923 pisó por primera vez tierra judía. En Jerusalén vivió como invitado en casa del Comisionado británico, vizconde Herbert Samuel. El segundo viaje a América lo realizó en otoño de 1931.

Las tres primeras charlas fueron pronunciadas en Estados Unidos entre 1931 y 1932. La cuarta charla la pronunció muchos años antes, al tiempo de su regreso a Berlín, en 1921, en tanto que la quinta, la más reciente, es anterior a su afincamiento en Princeton (1933). Todas han sido publicadas en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

* Einstein se refiere a su propia figura pública.

I

Hace diez años, cuando por primera vez tuve el placer de dirigirme a ustedes para hablar en favor de la causa sionista, casi todas nuestras esperanzas estaban aún puestas en el futuro. Hoy podemos contemplar esos diez años con alegría, porque en este período los esfuerzos aunados de todo el pueblo judío han realizado con éxito una espléndida tarea de reconstrucción en Palestina, una labor que sin duda excede todo lo que nos habíamos atrevido a esperar en aquel comienzo.

También hemos sido capaces de soportar con firmeza la dura prueba a la que nos han sometido los acontecimientos de los últimos años. El trabajo incesante apoyado por una noble finalidad lleva siempre al éxito. Las últimas declaraciones del Gobierno británico indican que se ha vuelto a una concepción más justa de nuestro caso; y por esto expresamos públicamente nuestra gratitud.

Pero no debemos olvidar jamás lo que esta crisis nos ha enseñado: el establecimiento de relaciones satisfactorias entre los judíos y los árabes no es asunto de Inglaterra, sino de nosotros mismos. Nosotros —es decir, los árabes y los judíos— debemos elaborar de común acuerdo las líneas fundamentales de un entendimiento ventajoso que satisfaga las necesidades de ambos pueblos. Una solución justa y digna para las dos partes, no es un objetivo menos importante que el trabajo de reconstrucción. Recordemos que Suiza representa un elevado nivel de desarrollo político —mayor que el de otras naciones— porque se ha visto obligada a resolver serios problemas políticos antes de que pudiera edificarse una comunidad estable, sobre la base de diversos grupos nacionales.

Mucho es lo que queda por hacer, pero al menos una de las finalidades de Herzl ya ha sido lograda: el asunto palestino ha dado al pueblo judío un asombroso grado de solidaridad y el optimismo sin el cual ningún organismo puede llevar una vida sana. Quien quiera verlo no tiene más que abrir los ojos.

Todo cuanto hagamos en bien del propósito comunitario redunda no sólo en beneficio de nuestros hermanos de Palestina, sino del bienestar y el honor de todo el pueblo judío.

II

Hoy nos hemos reunido para traer a la memoria de los miembros de nuestra milenaria comunidad el recuerdo de nuestro destino y de nuestros problemas. La nuestra es una comunidad poseedora de una tradición moral, que siempre ha demostrado su fuerza y su vitalidad en tiempos de prueba. En todas las épocas ha producido hombres que representaron la conciencia del mundo occidental, defensores de la dignidad humana y de la justicia.

En la medida en que nosotros mismos nos preocupemos por ella, nuestra comunidad continuará existiendo para beneficio de la humanidad, a pesar de carecer de una organización propia. Hace unas décadas, un grupo de hombres de gran clarividencia, entre los que destacaba el inolvidable Herzl, llegó a la conclusión de que necesitábamos un centro espiritual para salvaguardar nuestro sentimiento de solidaridad en tiempos difíciles. Así surgió la idea del sionismo y se inició el trabajo de asentamiento en Palestina, la estupenda realización de cuyo éxito —al menos en este prometedor comienzo— hemos podido ser testigos.

Para mi gran alegría y satisfacción, he tenido el privilegio de observar cuánto ha contribuido este logro a la feliz convalecencia del pueblo judío: porque, por ser minoritarios en las naciones que habitan, los judíos están expuestos no sólo a peligros exteriores, sino también a otros, internos, de naturaleza psicológica.

La crisis que la obra de construcción ha tenido que confrontar en los últimos años nos ha perjudicado y todavía no ha sido completamente superada. Pero las últimas noticias señalan que el mundo, y en especial el Gobierno británico, están dispuestos a reconocer los grandes principios que son la base de nuestra lucha por el ideal sionista. Brindemos un recuerdo lleno de gratitud a Weizmann, cuyo celo y circunspección han contribuido al éxito de esta buena causa.

Las dificultades por las que hemos atravesado han traído, con todo, algo bueno. Nos han demostrado la fortaleza del nexo que une a los judíos de todos los países en un destino común. La crisis también ha aclarado nuestra manera de ver la cuestión de Palestina, limpiándola de los sedimentos del nacionalismo. Se ha proclamado de manera muy clara que no intentamos crear una sociedad política; el nuestro, según la antigua tradición del judaísmo, es un objetivo cultural en la más amplia acepción de la palabra. De modo

que a nosotros nos corresponde resolver el problema de vivir junto a nuestros hermanos los árabes de una manera abierta, generosa y digna. Aquí tenemos una oportunidad de demostrar lo que hemos aprendido en los milenios de nuestro martirio. Si elegimos el recto camino, triunfaremos y ofreceremos un magnífico ejemplo al resto del mundo.

Todo lo que hagamos por Palestina, lo hacemos también por el honor y el bienestar de todo el pueblo judío.

III

Me complace esta oportunidad de dirigir unas palabras a la juventud de este país, que se muestra favorable a los objetivos comunitarios del judaísmo. No os descorazonéis por las dificultades que surgen cada día en Palestina. Esas cosas sirven para poner a prueba la voluntad de vivir de nuestra comunidad.

Ciertos procedimientos y declaraciones de la administración inglesa han sido criticados con justicia. Sin embargo, no debemos permitir que las cosas queden así: es necesario que extraigamos una lección de esta experiencia.

Es imprescindible que prestemos una atención especial a nuestras relaciones con los árabes. Si las cultivamos con cuidado, en el futuro estaremos en condiciones de impedir que surjan tensiones tan peligrosas capaces de ser utilizadas para provocar actos de hostilidad. Esta meta está a nuestro alcance, porque nuestro trabajo de construcción se ha ejecutado (y debe seguir ejecutándose) de modo que también sirva a los verdaderos intereses del pueblo árabe.

De esta manera no nos veremos obligados a caer tan a menudo en la necesidad —desagradable para los judíos y también para los árabes— de tener que apelar al arbitraje de la potencia mandataria. Por ende, no podemos remitirnos tan sólo a los dictados de la Providencia; hemos de acudir asimismo a nuestras tradiciones, que dan sentido y estabilidad a la comunidad judía. La nuestra jamás ha sido una comunidad política y jamás deberá serlo; esto constituye la única y continua fuente de donde se pueden extraer nuevas energías y el único ámbito dentro del cual se puede justificar la existencia de nuestra comunidad.

IV

Durante los últimos dos mil años, la única propiedad del pueblo judío ha sido su pasado. Esparcida por todo lo ancho del mundo, nuestra nación ha poseído como único acervo común su bien conservada tradición. Sin duda, muchos judíos han creado obras importantes pero, al parecer, el pueblo judío en su conjunto no ha tenido fuerzas para alcanzar grandes logros colectivos.

Todo esto ha cambiado ahora. La historia nos ha impuesto una noble tarea bajo la forma de una cooperación activa para construir una nueva Palestina. Eminentes personalidades de nuestro pueblo están ya trabajando con todas sus fuerzas en la materialización de este fin. Ahora se nos presenta la oportunidad de establecer focos de civilización, que todo el pueblo judío podrá considerar como suyos. Abrigamos la esperanza de erigir en Palestina un hogar para nuestra propia cultura nacional, que sirva de estímulo para despertar en el Cercano Oriente una nueva vida económica y espiritual.

El objetivo que se han fijado los líderes del sionismo no es político, sino social y cultural. En Palestina, la comunidad debe hacer que se concrete el ideal de sociedad que tuvieron nuestros antepasados, tal como está descrito en la Biblia; pero al mismo tiempo, habrá de convertirse en asiento de la vida intelectual moderna, un centro espiritual para los judíos del mundo entero. De acuerdo con este criterio, establecer una universidad judía en Jerusalén constituye uno de los propósitos más importantes de la organización sionista.

En los últimos meses he viajado a los Estados Unidos para contribuir en la campaña de recolección de fondos que ayudarán a edificar esa universidad. El éxito de la empresa ha sido el lógico. Gracias a la inagotable energía y al espléndido espíritu de sacrificio de los médicos judíos de América, hemos logrado reunir el dinero suficiente para la creación de una facultad de medicina y los trabajos preliminares han comenzado ya. Después de este feliz resultado, no me cabe duda de que pronto obtendremos lo necesario para establecer nuevas facultades. La facultad de medicina es antes que nada un instituto de investigación en el que se concentran los esfuerzos para hacer un país sano, tarea de primordial importancia en nuestro proyecto. A la enseñanza a gran escala se le dará importancia un poco más tarde. Dado que un buen número de científicos de elevados méritos ya ha manifestado su predisposición a aceptar contra-

tos en esta universidad, el establecimiento de la facultad de medicina puede considerarse un hecho seguro. Puedo anunciar que se ha constituido ya un fondo especial para la universidad, totalmente independiente de los fondos generales destinados a la construcción del país. Y debo agregar que en ese fondo se han recogido sumas considerables durante estos meses, en América, gracias a la infatigable actividad del profesor Weizmann y de otros líderes sionistas y también a la respuesta generosa del espíritu de sacrificio de las clases medias. Quiero concluir con un cálido llamado a todos los judíos de Alemania; les pido que contribuyan en la más alta medida de sus posibilidades, a pesar de las actuales dificultades económicas, para que sea realidad la construcción de un hogar judío en Palestina. No se trata de una obra de caridad, sino de una empresa que incumbe a todos los judíos, cuyo éxito promete ser una fuente de satisfacción sin igual.

V

Para nosotros, los judíos, Palestina no representa una empresa colonial o caritativa, sino un problema de fundamental importancia para nuestro pueblo. En primer término, Palestina no es un lugar de refugio para los judíos de Europa oriental; es la corporización del nuevo despertar del espíritu de toda la nación judía. ¿Es este el momento justo para despertar y fortalecer el sentimiento de comunidad de nuestro pueblo? Me veo obligado a contestar a esta pregunta, no llevado por mis sentimientos espontáneos, sino por razones de peso, de manera rotundamente afirmativa.

¡Echemos una mirada a la historia del pueblo judío en Alemania, en los últimos cien años! Hace un siglo nuestros antepasados, con pocas excepciones, vivían en el ghetto. Eran pobres, carecían de derechos políticos, estaban separados de los gentiles por la barrera de las tradiciones religiosas, las costumbres y las restricciones legales. Su desarrollo intelectual se ceñía a su propia literatura y permanecían casi ignorantes del poderoso avance que la vida intelectual en Europa había experimentado desde el Renacimiento. Aun así, ese pueblo oscuro y humilde tenía una gran ventaja con respecto a nosotros: cada uno de ellos, en cada fibra de su ser, pertenecía a una comunidad que lo absorbía completamente, de la que se sentía un miembro de pleno derecho, en parte porque esa comunidad no

le exigía nada que fuese contrario a su hábito natural de pensar. Intelectual y físicamente, en aquellos días, nuestros antepasados eran pobres, pero en el plano social gozaban de un equilibrio espiritual envidiable.

Vino entonces la emancipación, que de pronto abrió posibilidades insospechadas a cada persona. Algunos se forjaron, con rapidez, una posición en los ámbitos sociales y financieros más elevados. Llenos de interés, se acercaron a la magnificencia del arte y de las ciencias del mundo occidental. Se unieron con fervor al proceso general haciendo contribuciones de valor perdurable. Al mismo tiempo, imitaron las formas externas de vida de los gentiles, se apartaron paulatinamente de sus tradiciones sociales y religiosas y adoptaron las costumbres, maneras y hábitos de pensamiento de los gentiles. En apariencia, perdieron su identidad, sumergidos en la superioridad numérica y la alta organización de la cultura de esas naciones en las que vivían, dando la impresión de que, al cabo de pocas generaciones, ya no quedarían huellas de ellos. Parecía inevitable una total desaparición de la nacionalidad judía en los países de Europa central y occidental.

Pero el curso de los acontecimientos se alteró. Nacionalidades de distintas razas parecen tener un instinto que les impide la fusión entre sí. Por mucho que los judíos se adaptaran a los pueblos europeos entre los cuales vivían, tanto en la lengua y las costumbres como en la religión —al menos hasta cierto punto— el sentimiento de diferenciación entre unos y otros jamás desapareció. Ese sentimiento espontáneo es la causa más profunda del antisemitismo, y ninguna propaganda, por bien intencionada, logrará extirparlo. Las nacionalidades quieren proseguir sus propios destinos y se niegan a toda clase de mezcla. Sólo con la tolerancia y respeto mutuos puede conseguirse una situación satisfactoria.

El primer paso en esta dirección ha de ser que nosotros, los judíos, volvamos a tomar conciencia de nuestro ser nacional y recuperemos el amor propio imprescindible para una existencia plena. Debemos aprender, una vez más, a respetar a nuestros antepasados y a nuestra historia y también a asumir, como nación, tareas culturales que fortalezcan nuestro sentimiento de comunidad. No basta con que desempeñemos como individuos nuestro papel en el desarrollo cultural de la humanidad: es necesario que cumplamos tareas que sólo una nación, en su conjunto, puede llevar a cabo. Por este único camino podrán los judíos recuperar su fortaleza de grupo.

Desde este punto de vista querría yo que consideráramos el movimiento sionista. Hoy la historia nos ha asignado la labor de tomar parte activa en la reconstrucción económica y cultural de nuestra tierra de origen. Algunos entusiastas, hombres de brillantes dones, han abierto el sendero y muchos excelentes representantes de nuestro pueblo están preparados para entregar sus almas y sus corazones a esta causa. ¡Que cada uno de nosotros comprenda la importancia de este esfuerzo y contribuya, de acuerdo con sus posibilidades, al éxito final!

«Palestina Trabajadora»

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Entre las organizaciones sionistas, «Palestina Trabajadora» es aquella que más beneficia a la gente más valiosa de toda la que allá vive, la que está transformando los desiertos en verdaderos vergeles mediante el trabajo de sus manos. Estos trabajadores voluntarios son la élite de la nación judía, una selección de personas fuertes, llenas de fe y de altruísmo. No son obreros ignorantes que venden su capacidad laboral al mejor postor, sino hombres cultos y libres, que llevan a cabo una lucha pacífica en una tierra abandonada; de ese esfuerzo toda la nación judía ha de beneficiarse, en forma directa e indirecta. En la medida de nuestras posibilidades debemos aligerar el peso de esa carga, porque de tal manera estaremos protegiendo valiosas vidas humanas. Esa lucha de quienes van a establecerse como primeros colonos en una tierra aún inhabitable es difícil e implica peligros y sacrificios personales muy duros. Sólo quien haya visto todo aquello con sus propios ojos puede comprender cuánta verdad hay en estas afirmaciones. Quien contribuya también al mejoramiento del equipo de trabajo de esos hombres está contribuyendo en un momento crucial.

Tan sólo esta clase trabajadora podrá establecer unas relaciones sanas con los árabes, y esta es la tarea política más importante del sionismo. Las administraciones van y vienen y son las relaciones humanas las que, en última instancia, determinan el equilibrio en la vida de las naciones. Por lo tanto, apoyar las actividades de «Palestina Trabajadora» significa promover una política humana y me-

ritoria en Palestina y oponerse de manera eficaz a esas corrientes de estrecho nacionalismo que generan problemas para todo el mundo político y, en menor grado, para el diminuto mundo político de los asuntos palestinos.

Resurgir judío

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Un llamamiento a los judíos de Hungría, en favor de «Keren Hajessod».

Los mayores enemigos de la conciencia nacional y de la dignidad de los judíos son la crasa degeneración —es decir, la desmesura que proviene del lujo y la holgura— y una suerte de dependencia interna con respecto del mundo gentil, fomentados por el relajamiento de los nexos internos de la comunidad judía. Lo mejor de un hombre sólo puede florecer cuando él mismo se entrega en una comunidad. ¡De aquí el peligro moral para un judío que ha perdido contacto con su propio pueblo y es considerado como un extranjero por su pueblo de adopción! De estas circunstancias muy a menudo no ha surgido más que un egoísmo estéril y despreciable. En este momento es especialmente dura la presión externa sobre el pueblo judío. Pero aun esta amarga situación nos ha proporcionado un beneficio: se ha iniciado un renacimiento de la vida comunitaria judía; un renacimiento con el que jamás había soñado siquiera la penúltima generación. Gracias al renacido sentimiento de solidaridad entre los judíos, ha prosperado —sin que quepa dudar del éxito final— el plan de colonización de Palestina, sostenido por un puñado de líderes responsables y sensatos, aun a pesar de las dificultades aparentemente insuperables. El valor de esta obra es importante para los judíos de todo el mundo. Palestina será el centro de la cultura de todo nuestro pueblo, un refugio para los que sufren cruel opresión, un campo de acción para los mejores de nosotros, un ideal unificador y un medio de dar con la paz interior para todos los judíos del mundo entero.

Cristianismo y judaísmo

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Si se separan del judaísmo a los profetas y del cristianismo tal como lo enseñó Jesucristo todas las adiciones posteriores, en especial las del clero, nos quedaríamos con una doctrina capaz de curar a la humanidad de todos sus males sociales.

Es deber de todo hombre de buena voluntad luchar en su propio ámbito de acción para hacer que esas enseñanzas de tanto valor humanitario se conviertan en una fuerza viva. Si consigue que sus intentos honestos en este sentido no sucumban a los embates de sus contemporáneos, podrá considerarse a sí mismo, y a la comunidad a la que pertenece, afortunado.

Los ideales judíos

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

La búsqueda del saber por el saber mismo, un amor por la justicia casi fanático y el afán de independencia personal son los rasgos fundamentales de la tradición judía, que me hacen dar gracias a mi destino por pertenecer a ese pueblo.

Hoy, los que se ensañan contra los ideales de la razón y de la libertad individual y mediante el terror tratan de establecer una esclavitud hacia el Estado carente de valor espiritual, ven en nosotros —y con razón— a sus enemigos irreconciliables. La historia nos ha impuesto muy duros combates; pero en la medida en que permanezcamos entregados con celo a nuestro amor por la verdad, la justicia y la libertad, seguiremos siendo no sólo uno de los pueblos más antiguos de todos los que sobreviven, sino que, dentro del espíritu de nuestra tradición, lograremos aportar los frutos de un trabajo creativo que contribuya al ennoblecimiento de la humanidad.

¿Existe una concepción judía del mundo?

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

En mi opinión, desde el punto de vista filosófico, no existe una concepción del mundo judía. Creo que el judaísmo sólo se preocupa por la actitud moral en la vida y hacia la vida. Considero que lo fundamental en él es una actitud hacia la vida encarnada en el pueblo judío, y que las leyes que se conservan en el Torah y que están interpretadas en el Talmud tienen menos importancia. Para mí, el Torah y el Talmud sólo representan el testimonio principal de la concepción judía de la vida en tiempos antiguos.

La esencia de esta concepción se basa en una actitud afirmativa ante el fenómeno vital en su totalidad. En su manifestación individual, la vida sólo tiene sentido en cuanto puede contribuir a que la vida de todo ser viviente sea más noble y más bella. La vida es sagrada, es el valor supremo al cual se subordinan todos los demás valores. El respeto por la vida supra-individual conlleva el respeto hacia todo lo espiritual, rasgo particularmente característico de la tradición judía.

El judaísmo no es un credo: el Dios de los judíos es no solamente la negación del elemento supersticioso, el resultado imaginario de su eliminación de ese elemento. También es un intento de basar el código moral en el miedo, un intento lamentable y deshonroso. Creo, sin embargo, que la vigorosa tradición moral del pueblo judío se ha liberado de ese temor, al menos en gran medida. También es evidente que el concepto de «servir a Dios» se identifica con el de «servir a los seres vivos». Los mejores hijos del pueblo judío, en especial los profetas y Jesús, han luchado sin descanso para que así fuera.

El judaísmo, pues, no es una religión trascendente; se refiere a la vida tal como la vivimos y tal como —hasta cierto punto— podemos comprenderla, y nada más. Por todo esto, considero un tanto difícil que se pueda hablar de religión en el sentido más corriente de este vocablo, en particular porque no se pide al judío la creencia en una «fe», sino la santificación de la vida en un sentido supra-personal.

No obstante, la tradición judía contiene algo más, algo que halla una magnífica expresión en muchos de los Salmos: una suerte de alegría y un asombro desbordantes ante la hermosura y grandeza de este mundo, de la que el hombre apenas si logra formarse una

mínima noción. Esta alegría es el sentimiento del que la verdadera investigación científica obtiene su sustento espiritual y que también parece estar presente en el canto de los pájaros. Unir este sentimiento con la idea de Dios parece ser un simple despropósito infantil.

¿Lo que he expuesto constituye algo propiamente distintivo del judaísmo? ¿Lo podemos hallar en cualquier otro pueblo, bajo otro nombre? En su forma pura, no se lo puede hallar en ninguna otra parte, ni siquiera en el propio judaísmo, donde la doctrina pura está oscurecida por el excesivo respeto por la letra. A pesar de esto, creo que el judaísmo es una de las más puras y vigorosas manifestaciones de esa actitud, especialmente referida al principio fundamental de la santificación de la vida.

Es bien característico que los animales hayan sido expresamente incluidos en el mandamiento de santificar el Sabbath, en vista del vigor del sentimiento de solidaridad entre todos los seres vivientes. Más insistente es aún la solidaridad de todos los seres humanos y no es mero azar el hecho de que las reivindicaciones del socialismo hayan sido planteadas, inicialmente, sobre todo por judíos.

El poderoso sentimiento de la santidad de la vida, en el pueblo judío, está admirablemente resumido en una frase que Walter Rathenau dijera, cierta vez, durante una de nuestras conversaciones: «Si un judío dice que va a cazar para divertirse, está mintiendo». No hay modo más sencillo de expresar el sentimiento judío ante la santidad de la vida.

Antisemitismo y juventud académica

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Mientras vivimos en el ghetto, nuestra nacionalidad judía significó dificultades materiales y, algunas veces, peligro físico, pero ninguna clase de problemas sociales o psicológicos. Al emanciparnos, nuestra posición ha cambiado, en especial la de los judíos que se han dedicado a profesiones intelectuales.

En el colegio y en la universidad el joven judío está expuesto a la influencia de una sociedad con un definido matiz nacional, a la que él respeta y admira, de la que recibe su sustento intelectual y a la que cree pertenecer. Pero, por otra parte, esa sociedad le con-

sidera como extranjero y hasta con cierto desprecio y hostilidad. Impulsado, más que por consideraciones utilitarias, por la sugestiva influencia de esta superioridad psicológica, el joven judío vuelve la espalda a su pueblo y a sus tradiciones y prefiere considerarse completamente integrado; al mismo tiempo, trata de ocultar, a sí mismo y a los demás, el hecho de que la relación no sea recíproca. ¡Así nace esa patética criatura de ayer y de hoy, el judío converso, *«Geheimrat»*! En la mayoría de casos no es la ambición ni la falta de carácter lo que le impulsa; como ya lo he dicho otras veces, es el poder de sugestión de un entorno más poderoso por su número y por su influencia. Este joven sabe, desde luego, que muchos admirables hijos del pueblo judío han realizado contribuciones importantes a la gloria de la civilización europea. ¿Pero su conducta, con muy pocas excepciones, no fue la misma que la suya?

En este caso, como en tantas otras enfermedades psíquicas, el remedio consiste en un claro conocimiento de la naturaleza y causas del mal. Debemos tener conciencia de nuestra condición de forasteros y extraer de ello las lógicas conclusiones. Es inútil tratar de convencer a los demás acerca de nuestra igualdad espiritual e intelectual con argumentos racionales, cuando la actitud de esa otra gente no se origina en el intelecto. Lo pertinente es que nos emancipemos en el plano social, que podamos subvenir a nuestras propias necesidades sociales más importantes. Es necesario que establezcamos nuestras propias asociaciones estudiantiles y que adoptemos una actitud de cortés pero firme reserva ante los gentiles. Vivamos según nuestras propias costumbres, sin imitar las costumbres de bebedores y camorristas extrañas a nuestra naturaleza. Es posible ser un europeo civilizado y, a la vez, un buen ciudadano, sin dejar de ser un judío consciente que ama su raza y honra a sus padres. Si recordamos esto y obramos de acuerdo con este criterio, el problema del antisemitismo, en la medida en que sea de naturaleza social, estará resuelto para nosotros.

Nuestra deuda con el sionismo

De un discurso pronunciado con motivo de la celebración del «Tercer Seder» del Comité Nacional de Trabajo para Palestina, en el Commodore Hotel en la ciudad de Nueva York, el 17 de abril de 1938. Publicado en *New Palestine*, Washington, D. C., 28 de abril de 1938.

Desde la conquista de Jerusalén por Tito, pocas veces la comunidad judía ha experimentado un período de mayor opresión que el actual. Desde luego que, en ciertos aspectos, nuestra época nos enfrenta con problemas aún más terribles, porque las posibilidades de emigración son más limitadas que entonces.

No obstante, sobreviviremos también a este período, por muchos que sean los sinsabores, por innumerables que sean las vidas que se pierdan. Una comunidad como la nuestra —que sólo lo es en función de sus tradiciones— se fortalece únicamente por la presión que le llega desde fuera. Ahora mismo cada judío sabe que ser judío significa sobrellevar una seria responsabilidad no sólo ante sus hermanos de raza, sino también ante la humanidad toda. Después de todo, ser judío significa, en primer lugar, reconocer y poner en práctica los fundamentos de la idea de humanidad que la Biblia nos propone; unos fundamentos sin los cuales no puede existir una comunidad de hombres feliz y sana.

Hoy nos hemos reunido para mostrar nuestra preocupación por la reconstrucción de Palestina. En nuestra situación, una cosa debe destacarse en especial: el pueblo judío ha contraído una deuda de gratitud con el sionismo. El movimiento sionista ha revivido entre los judíos el sentimiento comunitario, y ha llevado a cabo un esfuerzo que supera todas las expectativas. Ese eficaz esfuerzo en Palestina, al que han contribuido judíos de todo el mundo, animados por un gran espíritu de sacrificio, ha salvado de la indigencia a un gran número de nuestros hermanos. En particular, ha sido posible dirigir una buena parte de nuestra juventud hacia una vida de trabajo creativo y gozoso.

Ahora, la ominosa enfermedad de nuestros tiempos —el nacionalismo exagerado, nutrido por un odio ciego— ha llevado nuestro trabajo en Palestina a una situación difícil. Los campos que se cultivan durante el día deben tener protección armada durante la noche, a causa de los ataques de bandidos árabes fanáticos. Toda la vida económica sufre de esta inseguridad. El espíritu de empresa languidece y surge un cierto paro (modesto, si se le compara con el nivel americano).

Merece nuestra admiración la solidaridad y la confianza con que nuestros hermanos de raza confrontan estas dificultades en el suelo palestino. Las contribuciones voluntarias de quienes no están en paro mantienen a todos. La moral permanece elevada, gracias a la

convicción de que la razón y la calma se impondrán en última instancia. Todos sabemos que los disturbios callejeros son artificialmente fomentados por quienes se interesan en producirnos problemas a nosotros y a Inglaterra. Todos sabemos que el bandolerismo desaparecería si le faltaran los subsidios que llegan desde el exterior.

En otros países nuestro pueblo no va a la zaga de quienes trabajan en Palestina. Nadie ha perdido el ánimo: con resolución y firmeza se hará todo lo necesario para llevar adelante la labor común. Esto no hay ni que decirlo.

Quiero agregar unas pocas palabras, a título personal, acerca de la cuestión de las fronteras. Desearía que se llegase a un acuerdo razonable con los árabes, sobre la base de una vida pacífica en común; me parece que esto sería preferible a la creación de un Estado judío. Más allá de las consideraciones prácticas, mi idea acerca de la naturaleza esencial del judaísmo se resiste a forjar la imagen de un Estado judío con fronteras, un ejército y cierta cantidad de poder temporal, por mínima que sea. Me atemorizan los riesgos internos que se derivarían de tal situación para el judaísmo; en especial los que surjan del desarrollo de un nacionalismo estrecho dentro de nuestras propias filas, contra el que ya hemos debido pelear con energía, aun sin la existencia de un Estado judío. Ya no somos los judíos de tiempos de los Macabeos. Volver a ser una nación en el sentido político de la palabra sería equivalente a desviarnos de la espiritualización de nuestra comunidad, de aquel legado del genio de nuestros profetas. Si las necesidades externas nos obligaran a aceptar esa carga, tendríamos que hacerlo apelando al tacto y a la paciencia.

Una última palabra acerca de la actual actitud psicológica del mundo entero, al que nuestro destino está ligado. El antisemitismo ha sido siempre el más barato de los medios empleados por minorías egoístas para engañar al pueblo. Una tiranía basada en ese engaño y mantenida mediante el terror ha de perecer, inevitablemente, por el veneno que ella misma genera en su interior. La presión de la injusticia acumulada vigoriza las fuerzas morales del hombre, aquellas que conducen a la liberación y a la purificación de la vida pública. ¡Que a través de su sufrimiento y su labor nuestra comunidad pueda contribuir al surgimiento de esas fuerzas liberadoras!

¿Por qué se odia a los judíos?

De *Collier's Magazine*, Nueva York, 26 de noviembre de 1938.

Comenzaré por relatarles una antigua fábula, con algunos cambios menores; esta fábula nos servirá para ver con claridad los orígenes del antisemitismo político.

El pastorcillo le dijo al caballo: «Tú eres el animal más noble que pisa la tierra. Mereces vivir en una bienaventuranza constante y por cierto que tu felicidad sería total si no fuera por la presencia del ciervo traicionero. Esa bestia practica desde su juventud para aventajarte en la carrera. Su veloz paso le permite llegar antes que tú al manantial. Él y su manada beben y agotan toda el agua, mientras tú y los tuyos padecéis de sed. ¡Quédate a mi lado! Mis conocimientos y mi guía os librarán de la miseria y de la muerte».

Cegado por la envidia y el odio hacia el ciervo, el caballo aceptó la propuesta. Y así se sometió a las riendas del pastor, perdiendo su libertad y convirtiéndose en esclavo.

El caballo de esta fábula representa a un pueblo, el pastor a una clase o camarilla que aspira al poder absoluto y el ciervo al judío.

Puedo imaginar que ustedes se dirán: «¡Qué fábula tan poco adecuada! Ninguna criatura viviente puede ser tan tonta como el caballo». Sin embargo, dediquemos unos minutos a reflexionar sobre este asunto. El caballo ha sufrido las angustias de la sed y su vanidad a menudo se ha sentido herida ante la velocidad del grácil ciervo. Ustedes, los que no hayan conocido ese dolor y esa humillación, no comprenderán fácilmente que el odio y la ceguera puedan haber llevado al caballo a actuar con una prisa tan insensata, tan candorosa. No obstante, el caballo ha caído en la trampa de la tentación fácil, porque sus viejas tribulaciones le han preparado para ese desatino. Mucha es la verdad que encierra el viejo refrán que asegura que es fácil brindar sabio y oportuno consejo a los demás, pero muy difícil actuar con sabiduría y oportunidad. De modo que con profunda convicción digo y repito: a menudo todos hemos desempeñado el trágico papel del caballo y es constante el peligro de caer en la tentación una vez más.

La situación ilustrada en esta fábula se reproduce una y otra vez en la vida de las naciones y de los individuos. Podríamos decir que este es el proceso por el cual el desagrado y el odio hacia determi-

nada persona o determinado grupo se proyectan en contra de otro grupo incapaz de oponer una defensa efectiva. ¿Pero por qué el papel del ciervo de la fábula tan a menudo corresponde a los judíos? ¿Por qué tan a menudo los judíos son objeto del odio de las masas? En primer lugar porque hay judíos mezclados con casi todas las demás naciones y además porque están demasiado dispersos para defenderse a sí mismos de los ataques violentos.

Unos pocos ejemplos tomados del pasado inmediato demostrarán esta aseveración. Hacia finales del siglo XIX el pueblo ruso languidecía bajo el poder tiránico de su Gobierno. Errores crasos y constantes en política exterior crearon una tensión popular que llegó al borde del estallido. En esta circunstancia extrema los gobernantes trataron de distraer la atención pública incitando a las masas para que manifestaran su odio y su violencia en contra de los judíos. Estas tácticas se repitieron después de que el Gobierno ruso hubiera ahogado en sangre la peligrosa revolución de 1905. Bien puede haber sido esta maniobra la que contribuyera a que el odiado régimen permaneciera en el poder casi hasta el fin de la Guerra Mundial.

Cuando los alemanes perdieron la Guerra Mundial, tramada por su clase dirigente, hubo inmediatos intentos de responsabilizar a los judíos de haberla instigado, en primer lugar, y de haberla perdido, en segundo término. Con el correr del tiempo el éxito coronó esos esfuerzos. El odio alimentado en contra de los judíos no sólo sirvió de protección a las clases privilegiadas, sino que además hizo que un pequeño, inescrupuloso e insolente grupo redujera al pueblo alemán a un estado de completa servidumbre.

Los crímenes que se han imputado a los judíos en el curso de la historia —crímenes con los que se querían justificar las atrocidades perpetradas contra ellos— han cambiado en rápida sucesión. Se les ha acusado de envenenar los manantiales. Se ha dicho que asesinaban niños con propósitos rituales. Se les ha adjudicado, falsamente, un interés sistemático por el dominio y la explotación económica de toda la humanidad. Se han escrito libros seudocientíficos para clasificarlos como raza inferior y peligrosa. Se los ha definido como instigadores de las guerras y de las revoluciones para servir a sus designios egoístas. Se les ha presentado, de manera simultánea, como peligrosos innovadores y como enemigos del verdadero progreso. Se les ha acusado de falsear la cultura de las naciones mediante su penetración de la vida nacional a través del disfraz de asimilados. Al

mismo tiempo, se decía que los judíos son tan tozudamente inflexibles que les resulta imposible adaptarse a cualquier grupo social.

Casi exceden la capacidad imaginativa las acusaciones formuladas en contra de ellos: unas acusaciones cuyos propugnadores sabían falsas por completo pero que, una y otra vez, han ejercido su influencia sobre las masas. En tiempos de desasosiego las masas se inclinan hacia el odio y la crueldad, en tanto que en épocas de paz estos rasgos de la naturaleza humana emergen de un modo más encubierto.

Hasta este momento he hablado sólo de la violencia y la opresión que se han ejercido en contra del pueblo judío. No me he referido al antisemitismo en sí como fenómeno psicológico y social que existe aún en los tiempos y circunstancias en que no se lleva ninguna acción especial en contra de los judíos. En este sentido se podría hablar de un antisemitismo latente. ¿Cuál es su fundamento? Creo que, en cierto sentido, se le podría considerar como una manifestación normal en la vida de un pueblo.

Los miembros de cualquier grupo que exista dentro de una nación mantienen entre sí un nexo mucho más estrecho que el que pueda haber con el resto de la población. De modo que un país no estará libre de fricciones mientras aquellos grupos continúen siendo diferenciables. Desde mi punto de vista, la uniformidad dentro de un pueblo no es deseable, aun en el caso de que se pudiera lograr. Las convicciones y los objetivos comunes, los intereses similares producirán, en cada sociedad, unos grupos que funcionen, hasta cierto punto, como unidades. Y entre ellos siempre surgirán fricciones: el mismo tipo de aversión y rivalidad que existe entre individuos.

El carácter necesario de esos grupos se ve con mayor claridad, quizá, en el ámbito de la política, en la formación de los partidos políticos. Sin partidos, los intereses políticos de los ciudadanos de cualquier país están condenados a la extinción, porque no existe un campo adecuado para el libre intercambio de opiniones; el individuo está aislado y no tiene la posibilidad de sostener sus convicciones.

Además, las convicciones políticas maduran y crecen mediante el estímulo y la crítica de individuos de ideas semejantes y parecidos objetivos. Y la política no es distinta de las demás manifestaciones de nuestra existencia cultural. Así, por ejemplo, es bien sabido que en tiempos de intenso fervor religioso surgen sectas diferentes cuya

rivalidad sirve de estímulo para la vida religiosa general. Por otra parte, tampoco ignoramos que la centralización —es decir, la eliminación de los grupos independientes— conduce a la unilateralidad y a la esterilidad en la ciencia y en el arte, porque al centralizar se controla y hasta suprime la diversidad de opiniones y de formas de investigación.

¿Qué es un judío?

La formación de grupos tiene un efecto fortalecedor en todas las esferas de la actividad humana, quizá porque surge de la lucha entre las convicciones y los fines representados por los distintos grupos. Los judíos también constituyen un grupo con un carácter propio definido y el antisemitismo no es más que la actitud antagónica que el grupo judío despierta entre los no judíos. Esta es una reacción social lógica. Y de no haber sido por las afrentas políticas que ha generado, jamás se habría designado con un nombre especial.

¿Cuáles son las características del grupo judío? En primer lugar, ¿qué es un judío? No hay respuestas fáciles para estas preguntas. La respuesta más simple podría ser la siguiente: un judío es una persona que profesa la fe judía. El carácter superficial de este juicio se reconoce con sólo recurrir a un sencillo paralelo. Si nos preguntáramos qué es un caracol, podríamos pensar en una respuesta como la anterior: un caracol es un animal que vive en una concha de caracol. La respuesta no es incorrecta, pero tampoco exhaustiva, porque la concha aludida es uno de los productos del propio caracol. Del mismo modo, la fe judía es uno de los productos característicos de la comunidad judía. Por otra parte, sabemos que un caracol puede perder su concha sin dejar de ser, por ello, un caracol. El judío que abandona su fe (en el sentido formal del término) está en una situación similar. Sigue siendo un judío. Dificultades de esta especie aparecen siempre que se quiere explicar el carácter esencial de un grupo.

El nexo que ha unido a los judíos a lo largo de miles de años y que aun hoy los sigue uniendo, por encima de todo, es el ideal democrático de la justicia social, conjugado con el ideal de ayuda mutua y de tolerancia entre los hombres. Las más antiguas escrituras religiosas de los judíos ya estaban impregnadas de estos ideales sociales, que han ejercido honda influencia en el cristianismo y en el islamismo y que han dejado su huella en la estructura social de un gran parte

de la humanidad. Debemos recordar aquí la introducción de un día semanal de descanso: una verdadera bendición para toda la humanidad. Personalidades como Moisés, Spinoza y Karl Marx, por distintas que sean entre sí, han vivido y se han sacrificado en aras del ideal de justicia social. Y la tradición de sus antepasados ha guiado a esos hombres en su arduo camino. Las magníficas realizaciones filantrópicas de los judíos nacen de la misma fuente.

El segundo rasgo característico de la tradición judía es la elevada consideración de toda forma de aspiración intelectual y de esfuerzo espiritual. Estoy convencido de que ese gran respeto por el quehacer intelectual es el responsable de las contribuciones que los judíos han hecho en el progreso del conocimiento, en la más amplia acepción del término. En razón de su número relativamente pequeño y de los muchos e importantes obstáculos externos, que en forma constante se les han puesto en todas partes, el alcance de esas contribuciones merece la admiración de todos los hombres sinceros. Me atrevo a afirmar que esto no se debe a una especial abundancia de dotes naturales. La raíz del hecho está en la estima que a la tarea intelectual brindan los judíos, lo cual crea una atmósfera favorable al desarrollo de todos los talentos que existan. Al mismo tiempo, un fuerte espíritu crítico advierte en contra de una ciega obediencia a cualquier autoridad mortal.

Me he impuesto la limitación de referirme sólo a estos rasgos tradicionales, que me parecen los básicos. Estos criterios y estos ideales hallan su expresión tanto en las pequeñas cosas como en las grandes, son transmitidos de padres a hijos, dan colorido a las conversaciones y a las opiniones que se vierten entre amigos, llenan los escritos religiosos y dan a la vida comunitaria del grupo su estampa característica. En estos ideales diferenciadores creo que está la esencia de la naturaleza judía. Que la realización sea imperfecta en la vida cotidiana del grupo es un hecho natural. Sin embargo, si se intenta dar una expresión breve al carácter esencial de un grupo, el enfoque tendrá que tomar siempre en cuenta la naturaleza de sus ideales.

Cuando la opresión es un estímulo

Hasta aquí he hablado del judaísmo definiéndolo como una comunidad de tradición. Por otra parte, tanto amigos como adversarios a

menudo aseguran que los judíos constituyen una raza, que sus características de comportamiento son el resultado de cualidades innatas transmitidas por *herencia,* de generación en generación. Esta opinión está fortalecida por el hecho de que los judíos, durante miles de años, se han casado dentro de su propio grupo, de modo predominante. Por cierto, tal costumbre puede *preservar* la homogeneidad de una raza, dada la existencia previa de esta, pero no puede *producir* la uniformidad de la raza, si ya había una mezcla racial. Pero no hay duda de que los judíos no son una raza pura, tal como todos los demás grupos de nuestra civilización. Antropólogos de reconocida valía han sido unánimes en este punto. Todas las afirmaciones en contra pertenecen al campo de la propaganda política y deben ser valoradas en consecuencia.

Tal vez más que de su tradición misma, el grupo judío se ha beneficiado de la opresión y del antagonismo que siempre ha hallado en el mundo. Sin duda, aquí está una de las razones principales que explican su existencia continuada a lo largo de miles de años.

El grupo judío, tal como lo he caracterizado en los párrafos precedentes, está integrado por unos dieciséis millones de personas: menos del uno por ciento de la humanidad o, poco más o menos, la mitad del número de habitantes de la Polonia de hoy. Su significación como factor político es mínima. Los judíos están esparcidos por casi toda la tierra y no están organizados como una unidad, lo que significa que son incapaces de llevar a cabo ninguna acción concertada.

Si alguien se forjara una imagen de los judíos a partir de las declaraciones de los enemigos de nuestro pueblo llegaría a la conclusión de que representan un poder mundial. A primera vista esa aserción parece absurda, pero, a pesar de todo, desde mi punto de vista, existe cierto grado de veracidad en ella. Los judíos como grupo tal vez carezcan de fuerza, pero la suma de los logros de sus miembros individuales es considerable en todas partes y habla por sí misma, toda vez que cada realización ha implicado superar muchos obstáculos. Las fuerzas que duermen en el individuo se ponen en movimiento y él mismo se ve inducido a sacrificarse, por el espíritu que habita en el grupo.

Y así surge el odio hacia los judíos entre quienes tienen motivos para rechazar la educación del pueblo. Más que ninguna otra cosa en el mundo, temen la influencia de los hombres que poseen

independencia intelectual. En esto veo la causa fundamental del odio hacia los judíos que hoy crece con ferocidad en Alemania. Para el grupo nazi, los judíos no son sólo un medio para desviar el resentimiento del pueblo, que tendría que dirigirse en contra de ese partido opresor; los nazis ven en los judíos un elemento no asimilable que no puede ser forzado a una aceptación pasiva del dogma; esto significa una amenaza para la autoridad del partido, en la medida en que dicha autoridad exista.

Este es el meollo de la cuestión y prueba convincente de ello ha sido la solemne ceremonia de quema de los libros que el régimen nazi ha montado poco después de su acceso al poder. Carente de sentido desde el punto de vista político, este acto sólo puede ser entendido como un arranque irreflexivo, emocional. Por este motivo lo considero más revelador que la mayoría de actos de mayor trascendencia práctica.

En el campo de las ciencias políticas y sociales ha crecido una justificada desconfianza hacia las generalizaciones demasiado extremas. Cuando el pensamiento está dominado por esas generalizaciones, pueden producirse malas interpretaciones de las series de causa y efecto, con lo que se comete injusticia contra la verdadera multiplicidad de los hechos. Abandonar las generalizaciones, por otro lado, significa renunciar a la comprensión. Por ende, creo que corresponde asumir el riesgo de una generalización, mientras seamos conscientes de su grado de incertidumbre. Con este ánimo y con toda modestia, presentaré mi concepción del antisemitismo, considerado desde un punto de vista general.

Veo que en la vida política operan dos tendencias opuestas, en lucha constante la una con la otra. La primera, la del optimismo, parte de la creencia de que el desarrollo libre de las fuerzas productivas de los individuos y de los grupos conduce esencialmente a un estado social satisfactorio. Esta tendencia reconoce la necesidad de un poder central, situado por encima de grupos e individuos, pero concede a tal poder sólo funciones organizativas y reguladoras. La segunda, la pesimista, considera que el libre juego entre los individuos y los grupos lleva a la destrucción de la sociedad; de modo que busca la autoridad como base social, exige una obediencia ciega y ejerce la coerción. En rigor, esta tendencia es pesimista sólo hasta un cierto límite, porque es optimista en cuanto a aquellos que son, y desean ser, los dueños del poder y la autoridad. Los adeptos de esta

tendencia son los enemigos de los grupos libres y de la educación que conduzca a un pensamiento independiente. Esta gente es la que sostiene el antisemitismo político.

Aquí en América se rinde ficticia pleitesía a la primera tendencia, la optimista. Sin embargo, el segundo grupo tiene gran cantidad de adeptos, que aparecen en escena a menudo y en casi todas partes, aunque traten de ocultar su verdadera naturaleza. Su objetivo es el dominio político y espiritual, ejercido sobre el pueblo por una minoría y logrado a través del control de los medios de producción. Sus partidarios ya han tratado de utilizar el arma del antisemitismo tanto como la de la hostilidad contra otros grupos. En algún momento futuro volverán a intentarlo. Hasta este instante el instinto político certero del pueblo ha hecho que fallara la tendencia autoritaria.

Y así seguirá sucediendo en el futuro, si nos atenemos a la antigua norma: cuídate de los aduladores, en especial cuando se te acerquen para predicar el odio.

La dispersión del pueblo judío de Europa

De un discurso emitido por radio para el United Jewish Appeal, el día 22 de marzo de 1939. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

La historia de las persecuciones que el pueblo judío ha tenido que sufrir es casi inconcebiblemente larga. Y a pesar de esto, la guerra que hoy se ha emprendido contra nosotros en Europa Central pertenece a una categoría distinta. En el pasado hemos sido perseguidos *aunque* éramos el pueblo de la Biblia; hoy, por cierto, somos objeto de persecución *a causa* de ser el pueblo del libro sagrado. La finalidad es exterminarnos, por un lado, y también destruir aquel espíritu expresado en la Biblia y en la cristiandad, que es el que ha hecho surgir la civilización en el norte y en el centro de Europa. Si este fin se lograra, Europa se convertiría en un yermo: la vida de la comunidad humana no puede soportar durante largo tiempo la fuerza, la brutalidad, el terror y el odio.

Sólo la comprensión de nuestros congéneres, la justicia en nuestros actos y la voluntad de ayudar a los demás hombres pueden dar durabilidad a la humanidad y seguridad al individuo. Ni la inteli-

gencia, ni las invenciones ni las instituciones pueden servir como sustitutos de estas partes vitales de la educación.

Muchas comunidades judías han sido desarraigadas con el inicio de la presente catástrofe europea. Cientos de miles de hombres, mujeres y niños han sido arrancados de sus hogares y vagan desesperados por los caminos del mundo. La tragedia actual del pueblo judío es una tragedia que refleja un desafío a la estructura fundamental de la civilización moderna.

Uno de los aspectos más trágicos de la opresión de los judíos y de otros grupos ha sido la aparición de una clase de refugiados. Muchos brillantes hombres de ciencia, artistas y escritores han sido arrojados de los países que se han enriquecido con sus talentos. En un período de declive económico, estos exiliados poseen el conocimiento necesario para dar nueva vida al esfuerzo económico y cultural; muchos de estos refugiados son expertos en el campo de la industria y la ciencia y pueden hacer contribuciones muy valiosas para el progreso del mundo. Están en condiciones de pagar por la hospitalidad que se les brinde, con nuevo desarrollo económico y la apertura de nuevas posibilidades de empleo para la población nativa. Según los datos que poseo, en Inglaterra la admisión de refugiados ha hecho que surgieran nuevos trabajos para quince mil personas que estaban en paro.

En mi condición de ex ciudadano de Alemania que ha tenido la fortuna de poder abandonar este país, sé que puedo hablar en nombre de los refugiados, tanto aquí como en otras naciones, y que puedo dar las gracias a los gobiernos democráticos del mundo por la espléndida acogida que nos han brindado. Todos nosotros tenemos una deuda de gratitud hacia nuestros nuevos países y cada uno hace aquello que está a su alcance para mostrar nuestra gratitud con nuestras contribuciones al esfuerzo económico, social y cultural de los países en los que residimos.

Con todo, es fuente de honda preocupación el hecho de que las filas de los refugiados se vean aumentadas en forma constante. El transcurso de estas últimas semanas ha traído la posibilidad de varios cientos de miles de refugiados de Checoslovaquia. Una vez más nos enfrentamos con una gran tragedia para la comunidad judía que tiene una noble tradición de democracia y de servicio comunitario.

La capacidad de resistencia que ha permitido al pueblo judío sobrevivir durante miles de años es un resultado directo de la obser-

vancia de las doctrinas bíblicas en las relaciones entre los hombres. En estos años de aflicción, nuestra predisposición para brindarnos ayuda los unos a los otros se ha visto sometida a una severa prueba. Cada uno de nosotros debe afrontar esta prueba personalmente y debe cumplir con ella tal como lo han hecho nuestros padres en otros tiempos. No tenemos más medios de defensa que nuestra solidaridad y nuestra certeza de que la causa por la que estamos sufriendo es una causa sagrada.

Los judíos de Israel

De una audición radiofónica para la organización United Jewish Appeal, emitida el 27 de noviembre de 1949. Publicado en *Out of My Later Years*, Nueva York: Philosophical Library, 1950.

Para nosotros, los judíos, no hay problema de tan abrumadora importancia como la consolidación de lo que se ha llevado a cabo en Israel con asombrosa energía e inigualable espíritu de sacrificio. La alegría y la admiración nos colman cuando pensamos en ese pequeño grupo de personas enérgicas y reflexivas que tantas cosas ha realizado; nuestro anhelo es que ese sentimiento nos dé fuerzas para aceptar la gran responsabilidad que las circunstancias actuales han puesto sobre nosotros.

Al evaluar lo realizado, sin embargo, no nos permitamos perder de vista la causa que ha inspirado esa realización: el rescate de nuestros hermanos de raza en peligro, dispersos en muchos países y que así se podrán reunir en Israel; la creación de una comunidad que esté tan cercana como sea posible a los ideales éticos de nuestro pueblo, tal como se han ido formando a lo largo de una prolongada historia.

Uno de esos ideales es el de la paz, basado en la comprensión, la ecuanimidad y la no violencia. Si bien estamos compenetrados por este ideal, nuestra alegría se mezcla con una cierta tristeza porque nuestras relaciones con los árabes, en estos momentos, se apartan de esa vía. Tal vez podríamos haberlo conseguido, si se nos hubiera permitido construir, sin interferencias, las relaciones con nuestros vecinos, porque nosotros *queremos* la paz y comprendemos que nuestro desarrollo futuro depende de ella.

Nosotros y nuestros vecinos hemos tenido menos culpa que las organizaciones internacionales por el hecho de que no se lograra establecer una Palestina unida, en la cual judíos y árabes vivieran como iguales, libres y en paz. Si una nación domina a otras naciones —como ha sido el caso del protectorado británico en Palestina—, es difícil que logre evitar aquello que aconseja el conocido aforismo: *Divide et Impera*. En lenguaje llano esto significa: crea la discordia entre el pueblo gobernado para que no se una y no pueda sacudirse el yugo que se le ha impuesto. Pues bien: el yugo ha desaparecido, pero la semilla de la discordia ha dado sus frutos y aún ocasionará daño durante algún tiempo..., esperemos que no demasiado largo.

Los judíos de Palestina no luchan para lograr una independencia política para sí mismos, sino que quieren hacer posible la libre inmigración de los judíos de muchos países, porque sus vidas están en peligro. Y también quieren que haya inmigración libre para todos aquellos que anhelan una vida entre sus hermanos de raza. No hay exageración en decir que esos hombres luchan para hacer realidad un sacrificio tal vez único en la historia.

No hablo de la pérdida de vidas y propiedades ocurrida en la lucha contra un adversario muy superior numéricamente, ni me refiero al agotador esfuerzo que es compañero inevitable del primer colono de una comarca árida e inhóspita. Pienso en el sacrificio adicional que ha de hacer un pueblo que vive en tales condiciones, para recibir al cabo de dieciocho meses un aflujo de inmigrantes que representa más de una tercera parte del total de la población judía del país. Para comprender el alcance de todo esto basta con pensar en una proeza similar por parte de los judíos americanos. Supongamos que no hubiera leyes que limitasen la inmigración a los Estados Unidos; imaginemos que los judíos de este país se ofrecieran voluntariamente a recibir a más de un millón de judíos de otras naciones dentro del plazo de un año y medio, a cuidar de ellos y a integrarlos en nuestra economía. Esto sería una empresa de enorme valor, pero aun así demandaría mucho menos esfuerzo que el que han tenido que realizar nuestros hermanos en Israel. Porque los Estados Unidos son un país fuerte, grande y fértil, poco poblado, con un alto nivel de vida y una capacidad productiva muy desarrollada, a diferencia de Palestina, la pequeña Palestina judía, cuyos habitantes —sin el peso adicional de una inmigración masiva— llevan una vida dura y frugal, amenazada por los ataques de los enemigos. Pensemos en las

privaciones y sacrificios personales que este acto voluntario de amor fraternal implica para los judíos de Israel.

Los medios económicos de la comunidad judía en Israel no bastan para llevar a buen puerto esta empresa tremenda. De un total de más de trescientas mil personas que han emigrado hacia Israel a partir de mayo de 1948, cien mil se encuentran sin trabajo ni techo. Muchos han tenido que ser ubicados en tiendas de campaña, en condiciones que deben ser motivo de nuestra constante preocupación.

No podemos permitir que esa tarea magnífica se desvirtúe porque los judíos de este país no brindan la ayuda suficiente, con la necesaria premura. Creo que todos los judíos nos encontramos ahora ante un precioso regalo: la oportunidad de tomar parte activa en esa labor extraordinaria.

Cuarta parte
Sobre Alemania

Manifiesto de marzo de 1933

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Mientras se me permita elegir, sólo viviré en un país en el que haya libertades políticas, tolerancia e igualdad de todos los ciudadanos ante la ley. La libertad política implica la libertad de expresar las propias opiniones políticas verbalmente y por escrito; la tolerancia implica el respeto por todas y cada una de las creencias individuales.

Estas condiciones no existen en Alemania, hoy. Quienes más han hecho por la causa de la comprensión internacional, entre quienes se encuentran muchos artistas, sufren, en ella, persecución.

Todo organismo social puede desequilibrarse psicológicamente, tal como ocurre con los individuos, en especial en tiempos difíciles. Las naciones, por lo común, sobreviven a esas enfermedades. Tengo la esperanza de que bien pronto la normalidad vuelva a imponerse en Alemania y de que en el futuro sus grandes hombres, como Kant y Goethe, no sean recordados de cuando en cuando, sino que los principios que ellos defendieron y enseñaron se tomen en cuenta en la vida pública y penetren en la conciencia general.

Correspondencia con la Academia Prusiana de Ciencias

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Declaración de la Academia, contra Einstein, del 1 de abril de 1933

Con verdadera indignación, la Academia Prusiana de Ciencias ha tomado conocimiento, a través de los periódicos, de la participación de Albert Einstein en la campaña de difamación emprendida en Francia y en América. Esta institución exige una inmediata explicación. Entre tanto, Einstein ha anunciado su renuncia a la Academia, fundamentándola en que no puede continuar al servicio del Estado prusiano bajo su presente gobierno. En su carácter de ciudadano suizo, también se propone renunciar a la nacionalidad prusiana, que había adquirido en 1913, al ser aceptado como miembro de la Academia.

La Academia Prusiana de Ciencias se siente particularmente molesta por las actividades de agitador que Einstein lleva a cabo en países extranjeros, dado que tanto esta institución como sus miembros siempre se han sentido hondamente ligados al Estado prusiano y, si bien en política se han mantenido al margen estricto de toda parcialidad partidista, siempre han sostenido y guardado fidelidad a la idea nacional. Por estas razones no existen motivos para lamentar la renuncia de Einstein.

Por la Academia Prusiana de Ciencias:

Profesor Doctor Ernst Heymann
Secretario Perpetuo

Respuesta de Einstein a la Academia

Le Coq, cerca de Ostende, 5 de abril de 1933

Una fuente digna de confianza me ha informado acerca de una declaración oficial de la Academia de Ciencias, en la que se habla de «la participación de Albert Einstein en la campaña de difamación emprendida en Francia y en América».

A través de la presente declaro que jamás he tenido participación en ninguna campaña de difamación en ningún sitio, ni he visto que tal cosa existiera. Lo único habido ha sido la reproducción y comentario de las declaraciones oficiales y las órdenes de miembros responsables del gobierno alemán, junto con la publicación del programa para la aniquilación de los judíos alemanes en el terreno económico.

Las declaraciones que he brindado a la prensa estaban relacionadas con mi intención de renunciar a mi puesto en la Academia y de

renunciar a la nacionalidad prusiana. Mi decisión se basa en que no quiero vivir en un país donde los individuos no gozan de igualdad ante la ley ni de la libertad de cátedra y de expresión.

Además, he descrito la presente situación en Alemania como una enfermedad psíquica de sus masas y he hecho algunas reflexiones al respecto.

En un documento entregado a la Liga Internacional para Combatir el Antisemitismo, redactado con el de obtener ayuda y no para ser utilizado por la prensa, me he permitido apelar a los hombres que aún tienen fe en los ideales de una civilización en peligro; les he pedido que vuelquen sus mayores esfuerzos para evitar que la psicosis de masas, vistos los terribles síntomas que manifiesta hoy en Alemania, siga expandiéndose.

Hubiera sido muy sencillo para la Academia obtener una versión correcta de mis palabras antes de publicar el tipo de declaración que ha dado a conocer sobre mí. La prensa alemana ha reproducido una versión deliberadamente distorsionada de mis palabras, única cosa que era de esperar de una prensa amordazada como la presente.

Estoy preparado para reafirmar cada una de las palabras que he publicado. A cambio, espero que la Academia haga conocer esta declaración mía a sus miembros y también al pueblo alemán, ante el cual me ha calumniado.

Dos cartas de la Academia Prusiana

Berlín, 7 de abril de 1933

Apreciado señor Profesor:

En mi carácter de actual Secretario Principal de la Academia Prusiana acuso recibo de su nota del 28 de marzo, en la que anunciaba su renuncia a esta Academia. Esta institución ha tomado nota de su renuncia en su sesión plenaria del 30 de marzo de 1933.

Esta Academia lamenta profundamente el giro que han tomado los acontecimientos, en especial el hecho de que un hombre de la más elevada autoridad científica, a quien muchos años de labor entre los alemanes y muchos años de pertenencia a nuestra Academia tendrían que haber familiarizado con el carácter alemán y con los hábitos alemanes de pensamiento, haya elegido este momento para asociarse con un círculo extranjero que —en gran medida, sin duda,

por la ignorancia de la situación actual y de los hechos— tanto daño ha hecho a nuestro pueblo alemán, al propalar juicios falsos y rumores infundados. Habíamos confiado en que alguien que pertenecía a nuestra Academia desde largo tiempo atrás sabría alinearse, más allá de sus propias simpatías políticas, en las filas de los defensores de nuestra nación y en contra de la avalancha de mentiras que se ha arrojado sobre ella. ¡En estos días de denuncias viles unas veces, ridículas otras, unas palabras bien intencionadas hacia el pueblo alemán, dichas por usted, hubieran tenido una amplia repercusión en el extranjero! Pero he aquí que su testimonio ha valido de apoyo para los enemigos del pueblo alemán y no sólo para los adversarios del gobierno actual. Esto nos ha producido una amarga y penosa desilusión que se habría traducido, aun en el caso de no haber recibido su renuncia, en su separación de la Academia.

Con nuestro mayor respeto,
von Ficker

11 de abril de 1933

La Academia quiere dejar bien sentado que su declaración del 1 de abril de 1933 no se ha basado en la prensa alemana tan sólo, sino —y muy en especial— en declaraciones publicadas por periódicos franceses y belgas y a quienes el señor Einstein no ha desmentido. También obra en poder de la Academia la declaración de Einstein a la Liga para Combatir el Antisemitismo, en la que este científico deplora que Alemania haya vuelto a caer en la barbarie de tiempos pasados. Además, la Academia comprueba que el señor Einstein, si de acuerdo con su propia declaración no ha participado en la propaganda difamatoria, no ha hecho nada por disipar las injustas sospechas y las calumnias, cosa que según el criterio de esta Academia era su obligación, como corresponde a uno de los académicos más antiguos. En lugar de ello, el señor Einstein ha hecho unas declaraciones públicas —y lo que es más, en países extranjeros—, que por provenir de un hombre de reputación internacional estaban destinadas a ser malignamente utilizadas por los enemigos no sólo del actual gobierno alemán, sino de todo el pueblo de Alemania.

Por la Academia Prusiana de Ciencias
H. von Ficker
E. Heymann
Secretarios perpetuos

Respuesta de Albert Einstein

Le Coq-sur-Mer, Bélgica, 12 de abril de 1933

He recibido la carta que ustedes me enviaran el 7 del corriente y deploro profundamente el espíritu que revela.

En cuanto a los hechos sólo puedo replicar lo siguiente: su afirmación acerca de mi comportamiento es, en el fondo, una forma más de la declaración que ya habían publicado y en la que me acusaban de participar en una campaña difamatoria contra el pueblo alemán. En mi carta anterior ya he calificado de calumnia esa acusación.

Ustedes mencionan también que «unas palabras bien intencionadas» de mi parte hacia el pueblo alemán podrían haber tenido una amplia repercusión en el extranjero. A esto debo replicar que el testimonio que ustedes exigen de mí hubiera significado repudiar los principios de justicia y libertad que he sostenido durante toda mi vida. Y tal testimonio no hubiera consistido en unas palabras bien intencionadas, para utilizar la expresión que ustedes han elegido, en favor del pueblo alemán; muy por el contrario sólo hubieran ayudado a quienes sostienen la causa contraria a las ideas y principios que han ganado para el pueblo alemán un lugar de honor en el mundo civilizado. Dar ese testimonio en esas circunstancias habría significado contribuir —siquiera en forma indirecta— a la corrupción moral y a la destrucción de todos los valores culturales existentes.

Por esto me he sentido obligado a renunciar a la Academia y esta última carta de ustedes me confirma el acierto de mi decisión.

Correspondencia con la Academia Bávara de Ciencias

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Al profesor Albert Einstein

De la Academia Bávara,
Munich, 8 de abril de 1933

Muy señor nuestro:

En su carta a la Academia Prusiana de Ciencias usted ha aducido como motivo de su renuncia las presentes circunstancias por las que

atraviesa Alemania. La Academia Bávara de Ciencias, que le eligiera miembro correspondiente hace algunos años, también es una Academia alemana, muy cercana a la Academia Prusiana y a otras instituciones similares de Alemania. De modo que su renuncia a la Academia Prusiana de Ciencias habrá de repercutir en sus relaciones con nuestra Academia.

Por ende, queremos saber cómo ve usted su relación con nuestra Academia después de lo ocurrido entre la Academia Prusiana y usted.

El Presidente de la Academia Bávara de Ciencias

Respuesta de Albert Einstein

Le Coq-sur-Mer, 21 de abril de 1933

Como fundamento de mi renuncia a la Academia Prusiana he dicho que en las presentes circunstancias no tenía deseo alguno de ser ciudadano alemán ni de permanecer en una posición de dependencia ante el Ministerio Prusiano de Educación. En sí mismas, estas razones no exigen cortar mis relaciones con la Academia Bávara. Si a pesar de ello deseo que mi nombre sea borrado de su lista de miembros, la razón es otra, bien distinta. El deber primordial de una Academia es promover y proteger la vida científica de un país. No obstante, las sociedades cultas de Alemania, según tengo entendido, han tolerado sin protestar que una considerable proporción de científicos y estudiantes alemanes, y también de calificados profesionales, se hayan visto privados de toda posibilidad de trabajar y ganarse la vida en Alemania. No me interesa pertenecer a ninguna sociedad que se comporta de tal manera, aun cuando su actitud sea debida a presiones externas.

Respuesta a la invitación de participar en una asamblea contra el antisemitismo

Las siguientes líneas son la respuesta de Einstein a una invitación para que participara en una manifestación francesa en contra del antisemitismo en Alemania. Este texto fue publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

He reflexionado cuidadosamente y desde todos los ángulos posibles esta importante invitación, relacionada con una cuestión que me afecta más que cualquier otra. Y he llegado a la conclusión de que no debo asistir personalmente a esta manifestación tan importante, por dos razones:

En primer lugar, soy aún súbdito alemán y en segundo, soy judío. En cuanto al primer punto, he de agregar que he trabajado regularmente en distintas instituciones alemanas y que siempre se me ha tratado con total confianza. Por muy profundamente que lamente las horribles cosas que están sucediendo en ese país, por más que condene las terribles aberraciones que ocurren con la aprobación del gobierno, me resulta imposible intervenir de manera personal en un acto que ha sido organizado con la anuencia de miembros responsables de un gobierno extranjero. Para que comprendan bien mi posición, supongamos que un ciudadano francés, en situación análoga, participara en una protesta contra la acción del gobierno francés, junto con algún prominente hombre de estado alemán. Aun cuando se admitiera sin sombra de duda que la protesta estuviera ampliamente justificada por los hechos mismos, se consideraría —supongo— que el comportamiento del ciudadano francés es un acto de deslealtad. Si en la época del caso Dreyfus, Zola se hubiera sentido obligado a abandonar Francia, no hubiera colaborado en una protesta organizada por personalidades del gobierno alemán, por justa que le hubiese parecido. Se hubiera limitado a sentirse avergonzado de sus compatriotas.

En segundo lugar, una protesta contra la injusticia y la violencia es incomparablemente más válida si proviene de personas motivadas sólo por sentimientos de humanidad y de amor a la justicia. Y esto no puede decirse de un hombre como yo, un judío que considera hermanos a los demás judíos. Para ese hombre toda injusticia contra los judíos es una injusticia contra él mismo. Por ende, no puede ser juez en su propia causa, sino que ha de esperar el juicio imparcial de los demás.

Estas son mis razones. Pero quiero agregar que siempre he honrado y admirado el alto sentido de la justicia que es uno de los rasgos más nobles de la tradición francesa.

A los héroes de la batalla del Ghetto de Varsovia

Del *Bulletin of the Society of Polish Jews*, Nueva York, 1944.

Han luchado y muerto como miembros de la nación judía en la contienda contra las bandas organizadas de asesinos alemanes. Para nosotros, estos sacrificios han fortalecido el lazo que existe entre los judíos de todos los países. Nos esforzamos para ser uno en la tarea de lograr una sociedad humana mejor, esa sociedad que nuestros profetas nos han fijado como objetivo, con tanta claridad y energía.

Los alemanes, el pueblo alemán en su conjunto, son responsables de este asesinato en masa y deben ser castigados como pueblo, si hay justicia en el mundo y si no ha desaparecido por completo la conciencia de responsabilidad colectiva de las naciones. Detrás del partido nazi está el pueblo alemán, que ha elegido a Hitler después de que este hombre hubiera dejado muy claras en sus libros y en sus discursos sus intenciones vergonzosas, con respecto a las cuales no cabía la posibilidad de una interpretación errónea. Los alemanes son el único pueblo que no se ha opuesto seriamente a la persecución de los inocentes. Cuando estén totalmente derrotados y comiencen a lamentarse de su destino, no deberemos dejarnos engañar y tendremos que ser conscientes de que han utilizado, deliberadamente, el sentimiento humanitario de los demás para aprestarse a ejecutar su último y más monstruoso crimen contra la humanidad.

Quinta parte
Contribuciones a la ciencia

Introducción

Por Valentine Bargmann, profesor de Física Matemática, de la Universidad de Princeton.

I

La siguiente es una breve sinopsis del desarrollo de las principales teorías físicas de Einstein. En cada caso citamos la fecha de publicación de las ideas fundamentales y la fecha de publicación de la forma definitiva de la teoría, al tiempo que dejamos de lado muchos artículos —no poco importantes— que describen aplicaciones y retoques de las teorías básicas.

l. Teoría de la relatividad.

a) Teoría restringida.

El primer documento de la teoría de la relatividad restringida (escrito en 1905, cuando Einstein era un empleado de la Oficina de Patentes Suiza, en Berna) presenta ya la teoría en su forma final. En un segundo escrito publicado poco tiempo después, Einstein señaló la más importante conclusión de esta teoría, es decir, la equivalencia de energía y masa, expresada en la conocida ecuación: $E = mc^2$.

b) Teoría general.

La historia de la teoría de la relatividad general es mucho más larga. En un estudio acerca de la teoría de la relatividad restringida,

que había aparecido en el año 1907, Einstein señalaba la necesidad de una generalización y presentaba la idea fundamental de que la generalización ha de estar basada en la equivalencia de la masa inercial y la gravitatoria. Un trabajo escrito en 1911 discute algunas de las conclusiones de la teoría general referidas a la influencia de la gravedad sobre la luz: 1) la influencia de un campo gravitatorio sobre la frecuencia de las líneas espectrales (desviación gravitatoria roja); 2) la curvatura de los rayos luminosos por obra del campo gravitatorio del sol. (Algunos detalles fueron modificados más tarde.)

Después de mucho más trabajo de investigación —en especial en el campo de la fundamentación matemática de la teoría— la forma definitiva de la relatividad general fue publicada en 1916. (Por esos días Einstein había deducido el tercer «efecto astronómico» de la relatividad general, o sea, el movimiento del perihelio de Mercurio.)

c) Otros trabajos sobre la teoría general.

Los problemas de la relatividad general han ocupado a Einstein hasta el presente. Hacemos mención de tres de ellos que, al parecer, poseen una particular importancia: 1) cosmología, 2) el problema del movimiento, 3) la teoría del campo unificado.

1) Toda la cosmología moderna está relacionada con el trabajo que Einstein publicara en 1917, donde por primera vez aplicó la relatividad general a los problemas de la cosmología y de este modo situó la especulación cosmológica sobre una base firme. (Si bien por entonces Einstein consideraba la idea de un universo estático, el desarrollo posterior ha dado primacía al concepto de un «universo en expansión», en vista de los datos astronómicos. La cosmología es activamente estudiada por muchos científicos que tratan de hallar una teoría coherente y relacionada con la constante aparición de nuevos datos.)

2) La relatividad general estaba basada, en su origen, en dos hipótesis independientes: las ecuaciones de campo para el campo gravitatorio y la ley del movimiento de las partículas materiales. En 1927 Einstein ya había considerado el problema de deducir la ley del movimiento a partir de las ecuaciones de campo y volvió sobre ello de manera reiterada. La solución definitiva surgiría en 1949 (fue obtenida en colaboración con L. Infeld). Así quedó demostrado que las ecuaciones de campo, en sí mismas, bastaban como base de la teoría.

3) Desde el comienzo, la teoría de la relatividad general fue fundamentalmente una teoría del campo gravitatorio, en la medida en que las ecuaciones de campo para el campo gravitatorio surgieron, de un modo en esencia preciso, de las ideas básicas de la relatividad general. Otros campos pueden ser incorporados al esquema de la relatividad general, de un modo igualmente en esencia preciso, en el momento en que su estructura llegue a ser conocida. Pero la conexión era en cierta medida «suelta», toda vez que la relatividad general no podía predecir ni la existencia ni la estructura de cualquier otro campo (por ejemplo, la del campo electromagnético). Por lo tanto, muchos científicos (Weyl, Kaluza y Eddington, entre otros) intentaron desde un primer momento extender o generalizar la teoría, para lograr que abarcara todos los campos o, cuando menos, los campos gravitatorio y electromagnético. Por diversos motivos los intentos iniciales no fueron satisfactorios. Einstein ha trabajado sin descanso en este problema a partir del año 1923 y ha modificado una y otra vez la forma de la teoría. La versión más reciente fue iniciada en 1945 y recibió su forma definitiva en 1953 (fue publicada como Apéndice II a la cuarta edición de *The Meaning of Relativity).*

2. Teoría Cuántica.

En 1900, tan pronto como Max Planck planteó la teoría cuántica, Einstein se convirtió en el principal pionero del nuevo campo. Su primera contribución apareció en el mismo año (1905) —incluso en el mismo número de los *Annalen der Physik*— en que apareciera su primer trabajo sobre la relatividad. Allí introdujo el concepto de los cuantos de luz o fotones y proporcionó una base para la mayor parte de los trabajos posteriores acerca de la teoría del cuanto, en especial para la teoría de Bohr acerca del átomo. En 1917 aparecería uno de los escritos tardíos más importantes sobre este tema, en el cual Einstein, sobre la base del concepto de las probabilidades de transición, y además de un penetrante análisis de las propiedades de los fotones, proporcionaría una nueva derivación de la ley de la radiación de Planck. Aquel concepto ha sido considerado básico a partir de entonces.

Entre las distintas contribuciones de Einstein, mencionamos la primera aplicación de la teoría cuántica a la teoría del calor especí-

fico (1907) y los particularmente importantes escritos sobre la teoría cuántica de los gases (1924-25). Con estos se impusieron el nuevo tipo de estadística conocida como estadística de Bose-Einstein y también en ellos están contenidas ideas de amplio alcance sobre las ondas de electrones, ideas que sirvieron de guía a Schrödinger en sus trabajos sobre mecánica ondulatoria.

3. Teoría cinética de la materia.

Entre 1902 y 1904, Einstein escribió varios trabajos en los que establecía en forma independiente la teoría de la mecánica estadística, de un modo análogo al que había empleado el gran físico norteamericano J. W. Gibbs. (La mecánica estadística o teoría cinética de la materia determina que las propiedades térmicas de la materia en su conjunto provienen de su naturaleza, compuesta por átomos [partículas últimas] que se mueven según las leyes mecánicas.) La secuela de significación mayor ha sido un tercer trabajo, muy importante, escrito en 1905: el que trata sobre el movimiento browniano. En ese estudio, y sobre la base de la teoría cinética, Einstein predijo el movimiento de partículas minúsculas suspendidas en un líquido. (Ese movimiento había sido observado unos cien años antes por el botánico inglés Robert Brown.) A la inversa, la investigación experimental de esos movimientos (en especial el trabajo del físico francés Perrin, que se había inspirado en la teoría de Einstein) condujo a la verificación de las hipótesis básicas de la teoría cinética de la materia.

Principios de física teórica

Discurso inaugural ante la Academia Prusiana de Ciencias en 1914. Einstein había sido nombrado miembro de la Academia en el año 1913. En 1933, después del surgimiento del régimen de Hitler, renunció a su puesto en la Academia. (Véase la correspondencia, pp. 207 y ss. de este volumen.) Publicado por la Academia Prusiana de Ciencias, 1914.

Caballeros:

En primer lugar debo dar a ustedes mis más sinceras gracias por haberme concedido el mayor honor que se puede conferir a un hom-

bre como yo. Al elegirme miembro de esta Academia, me han liberado ustedes de las distracciones y exigencias de una vida profesional y han hecho posible mi entera dedicación a los estudios científicos. Sólo les pido que continúen creyendo en mi gratitud y en mi celo, aun cuando mis esfuerzos puedan parecerles pobres.

Tal vez se me permitirá ahora hacer algunas consideraciones generales acerca de mi esfera de actividad, la física teórica, en relación con la física experimental. Hace unos días, un amigo mío, matemático, me comentaba en tono de broma: «Un matemático es capaz de hacer muchas cosas, pero nunca lo que tú quieres que haga en aquel momentos». A menudo esta misma observación puede aplicarse al físico teórico, cuando el físico experimental acude a él. ¿Cuál es la causa de esta peculiar falta de adaptabilidad?

El método del teórico significa partir de la base de postulados generales o «principios» para deducir de ellos conclusiones. O sea que el trabajo se divide en dos partes. En primer lugar, ha de descubrir sus principios y después tendrá que extraer las conclusiones que se desprendan de ellos. Para esta segunda tarea, el físico ha recibido una excelente formación en la universidad. Por lo tanto, si el primer estadio de los problemas está ya resuelto para cierto campo o para cierto conjunto de fenómenos correlacionados, este científico puede estar seguro de su éxito, siempre y cuando su inteligencia y su capacidad de trabajo sean adecuadas. La primera de estas tareas, es decir, la de establecer los principios que deberán servir como punto de partida de sus deducciones, tiene una naturaleza muy especial. En este caso no existe un método que pueda aprenderse y aplicarse sistemáticamente para llegar al objetivo previsto. El científico debe extraer esos principios con habilidad de la naturaleza, percibiendo a partir de amplios conjuntos de hechos empíricos, ciertos rasgos generales que le permitan una formulación precisa.

Una vez cumplida con éxito esa formulación, una deducción seguirá a otra deducción y así, a menudo, se revelarán relaciones imprevistas, que se extienden mucho más allá del ámbito de la realidad que brindaran los principios iniciales. Pero en tanto no se descubran los principios que sirven de base para extraer deducciones, el hecho empírico individual no tiene valor para el teórico, quien en rigor tampoco puede hacer nada con leyes generales aisladas descubiertas empíricamente. El físico teórico se hallará impotente frente a unos resultados inconexos, ofrecidos por la investigación empíri-

ca, hasta que no se le hayan revelado los principios que le servirán como base para el razonamiento deductivo.

Esta es la posición en que se encuentra la teoría, de momento, ante las leyes de la radiación térmica y del movimiento molecular a bajas temperaturas. Hasta hace unos quince años, nadie dudaba de la posibilidad de dar una explicación correcta de las propiedades eléctricas, ópticas y térmicas de la materia sobre la base de la mecánica de Galileo-Newton, aplicada al movimiento molecular, y de la teoría de Maxwell sobre el campo electromagnético. Pero Planck demostraría que, para establecer una ley de radiación térmica acorde con la experiencia, era necesario emplear un método de cálculo cuya incompatibilidad con los principios de la física clásica se hacía a cada instante más evidente. Con ese método de cálculo, Planck introdujo en la física la hipótesis cuántica, que ya ha recibido una brillante confirmación. Con esta hipótesis cuántica, Planck ha destronado la aplicación de la física clásica en los casos en que masas suficientemente pequeñas se muevan a velocidades lo bastante bajas y con niveles de aceleración lo bastante elevados; en consecuencia, las leyes del movimiento propuestas por Galileo y Newton sólo pueden ser aceptadas como leyes de limitada validez. A pesar de sus esfuerzos perseverantes, los teóricos aún no han logrado reemplazar los principios de la mecánica por otros que concuerden con la ley de la radiación térmica, de Planck, o hipótesis cuántica. Por muy definitivamente que se haya establecido que el calor ha de ser explicado por el movimiento molecular, tendremos que reconocer que hoy nuestra posición ante las leyes fundamentales de este movimiento se asemeja a la de los astrónomos anteriores a Newton ante los movimientos de los planetas.

Me he referido a un grupo de hechos para cuyo análisis teórico carecemos de principios básicos. Pero bien podría ocurrir que unos principios claramente formulados nos condujeran a conclusiones que entera o casi enteramente fueran a dar fuera del ámbito de la realidad que hoy es accesible a nuestra experiencia. En este caso, se necesitaría quizás un largo período de investigación empírica para corroborar si los principios teóricos se corresponden con la realidad. De esto tenemos un ejemplo en la teoría de la relatividad.

Un análisis de los conceptos fundamentales de espacio y tiempo nos ha demostrado que el principio de la velocidad constante de la luz en el vacío, que surge de la óptica de los cuerpos en movimiento,

no nos obliga a aceptar la teoría de un éter luminífero estático. Por el contrario, ha sido posible estructurar una teoría general que da cuenta de que los experimentos que se llevan a cabo sobre la tierra nunca revelan el movimiento de traslación de nuestro planeta. Esto implica la utilización del principio de la relatividad, que dice que las leyes de la naturaleza no alteran su forma cuando se pasa del sistema original (admisible) de coordenadas a uno nuevo por un movimiento de traslación uniforme con respecto al primero. Esta teoría ha logrado una confirmación sustancial por la experiencia y nos ha llevado a una simplificación de la descripción teórica de grupos de hechos vinculados entre sí.

Por otra parte, desde el punto de vista teórico, esta teoría no es completamente satisfactoria, porque el principio de la relatividad que hemos formulado habla de un movimiento *uniforme*. Si es verdad que no se debe adjudicar un significado absoluto al movimiento *uniforme* desde el punto de vista físico, se plantea el problema de si esta aseveración debe o no ser extendida a los movimientos no uniformes. Pues bien, se ha comprobado que se llega a una extensión de la teoría de la relatividad si se parte del principio de relatividad ampliado en este sentido. De esta manera, llegamos a una teoría general de la gravedad, que incluye la dinámica. En el momento presente, no obstante, no poseemos el conjunto necesario de hechos que nos permitan comprobar la legitimidad de la introducción del principio postulado.

Hemos afirmado que la física inductiva plantea preguntas a la deductiva y viceversa y para responder a esas preguntas debemos poner en juego todas nuestras energías. ¡Hago votos para que logremos un progreso permanente gracias a nuestros esfuerzos unidos!

Principios de investigación

Discurso pronunciado durante la celebración del sexagésimo aniversario de Max Planck (1918), en la Sociedad de Física de Berlín. Publicado en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934. Max Planck (1858-1947) durante muchos años fue catedrático de física teórica en la Universidad de Berlín. Su más importante contribución a la física es su teoría cuántica, que había formulado en 1900 y que constituyó la base para todo el desarrollo de la moderna física atómica. Junto con Planck, Einstein fue el primero que trabajó en el nuevo campo, en particular en su teoría de los cuantos de luz

o fotones (1905) y en la del calor específico (1907). Y fue él quien, más que otros científicos, comprendió el carácter fundamental y profundo del concepto de cuanto en todas sus proyecciones.

En el templo de la ciencia hay muchos tabernáculos y muy distintos entre sí son, por cierto, quienes a ellos acuden, acuciados por motivos bien diversos. Muchos obtienen de la ciencia un gozoso sentimiento de poderío y superioridad intelectual; la ciencia es su deporte favorito y en ella buscan experiencias vívidas y la satisfacción de sus ambiciones. En ese mismo templo, habrá otros que ofrecerán los productos de sus cerebros para sacrificarlos con propósitos utilitarios. Si un ángel del Señor llegara para arrojar del templo a todos los que pertenecen a esas dos categorías, quedarían sólo unos pocos hombres, tanto del tiempo presente como del pasado. Nuestro homenajeado, Max Planck, sería uno de ellos y por tal motivo le estimamos profundamente.

Soy consciente de que con esta imagen he expulsado a la ligera a muchos hombres excelentes que han sido responsables —importantes y hasta casi totales— de la construcción del templo de la ciencia. Y en muchos casos el ángel se encontraría con que le resulta muy difícil decidirse. Pero de algo estoy seguro: si los tipos de científicos a los que hemos arrojado fueran los únicos existentes, el templo jamás habría llegado a existir, tal como no podría haber un bosque donde sólo crecen enredaderas. Para estas personas cualquier esfera de la actividad humana sería válida, llegado el caso. Que se conviertan en ingenieros, militares, comerciantes o científicos sólo dependerá de las circunstancias. Pero echemos una mirada a aquellos que fueron favorecidos por el ángel. La mayoría de ellos son en cierta medida extravagantes, poco comunicativos y solitarios, muy poco parecidos entre sí, a pesar de estas características comunes y a diferencia de quienes fueron arrojados del templo. ¿Qué los ha llevado al templo? Esta es una pregunta muy difícil y no puede ser respondida con una única contestación. En principio, creo, junto con Schopenhauer, que una de las más fuertes motivaciones de los hombres para entregarse al arte y a la ciencia es el ansia de huir de la vida de cada día, con su dolorosa crudeza y su horrible monotonía, el deseo de escapar de las cadenas con que nos atan nuestros deseos siempre cambiantes. Una naturaleza de fino temple anhela huir de la vida personal para refugiarse en el mundo de la percepción objetiva y

el pensamiento. Este deseo puede ser comparado con el ansia que experimenta el hombre de la ciudad por escapar de un entorno ruidoso y estrecho y dirigirse hacia el silencio de las altas montañas, donde los ojos pueden vagar en el aire tranquilo y puro y apreciar el paisaje sereno, que parece hecho de eternidad.

Junto a esta motivación negativa surge otra, positiva. El hombre intenta crear para sí mismo, del modo que más le convenga, una imagen del mundo simplificada e inteligible; después, y hasta cierto punto, intenta que su cosmos reemplace al mundo de la experiencia, porque cree que así se hará dueño de este. Así lo hacen, cada uno a su manera, el pintor, el poeta, el filósofo especulativo y el científico de la naturaleza. Cada uno hace que ese cosmos y su construcción sean el eje de su vida emotiva, para hallar a través de ese camino la paz y la seguridad que no es posible encontrar en el venero de la experiencia personal.

Entre todas esas posibles representaciones del mundo, ¿qué lugar ocupa la imagen del mundo que elabora el físico teórico? En primer lugar, esa imagen exige el nivel más alto posible de precisión y rigor en la descripción de las relaciones, un rigor que sólo el lenguaje matemático puede brindar. Por otra parte, en lo que se refiere al tema en sí, el físico ha de autolimitarse con severidad: tendrá que contentarse con la descripción de los hechos más simples que puedan presentarse en el campo de nuestra experiencia. Cualquier evento de índole compleja exigiría un poder intelectual mucho mayor que el del hombre para emprender una reconstrucción que posea la sutil precisión y la perfección lógica que exige la física teórica. Pureza suprema, claridad y certeza a expensas del conjunto. ¿Pero cuál puede ser el interés de llegar a conocer una porción de la naturaleza tan pequeña en forma exhaustiva, mientras se deja de lado, con cautela y timidez, todo lo que implique mayor sutileza y complejidad? ¿El producto de tales esfuerzos modestos puede recibir la orgullosa denominación de teoría del universo?

Creo que esta denominación está justificada, porque las leyes generales sobre las que se basa la estructura de la física teórica se definen como válidas para toda clase de fenómeno natural. Mediante esas leyes sería posible llegar a la descripción —o sea, a la teoría— de todo proceso natural, incluyendo la vida, a través de la pura deducción, si ese proceso de deducción no estuviera más allá de la capacidad del intelecto humano. Es decir, que la renuncia del físico

a la totalidad de su cosmos no es una cuestión de principio fundamental.

La tarea fundamental del físico consiste en llegar hasta esas leyes elementales y universales que permiten construir el cosmos mediante pura deducción. No hay un camino lógico hacia esas leyes: sólo la intuición, fundamentada en una comprensión de la experiencia, puede llevarnos a ellas. Ante esta incertidumbre metodológica, cualquiera podría suponer que existen un elevado número de sistemas posibles de física teórica, todos bien justificados por igual. Y, en teoría, esta opinión es correcta, sin duda. Pero el desarrollo de la física ha demostrado que en todo momento, más allá de todas las construcciones concebibles, un único sistema ha resultado ser superior a todos los demás. Ninguna persona que haya entrado en la materia con profundidad podrá negar que, en la práctica, el mundo de los fenómenos determina unívocamente el sistema teórico, a pesar de que no existe puente lógico entre los fenómenos y sus principios teóricos. Esto es lo que Leibnitz, con una feliz expresión, ha definido como «armonía preestablecida». A menudo los físicos acusan a los epistemólogos de no prestar la atención suficiente a este hecho. Según mi criterio, aquí está la raíz de la controversia que, hace algunos años, se desarrolló entre Mach y Planck.

El anhelo de abarcar esta armonía preestablecida es la fuente de una inagotable paciencia y perseverancia, que Planck ha puesto en su dedicación a los más generales problemas de nuestra ciencia, como bien lo sabemos, negándose a ser distraído hacia fines más gratos y más fáciles de obtener. Muchas veces he oído que algunos colegas tratan de atribuir esta actitud a la extraordinaria fuerza de voluntad y a la gran disciplina de nuestro homenajeado. En mi opinión, se equivocan. El estado mental que capacita a un hombre para llevar a cabo una tarea de esa índole es similar al del que profesa una religión o al del hombre enamorado. El esfuerzo cotidiano no proviene de una intención deliberada, ni de un programa, sino del corazón, en forma directa.

Aquí está nuestro querido Planck, y se sonríe para sí mismo al ver mis infantiles jugueteos con la linterna de Diógenes. Nuestro afecto por él no necesita de explicaciones gastadas. Que el amor por la ciencia continúe iluminando su sendero, en el futuro, y que le conduzca a la solución del más importante problema de la física de hoy, ese problema que él mismo ha planteado y que tanto ha hecho

por resolver. ¡Que tenga éxito en la empresa de unir la teoría del cuanto con la electrodinámica y la mecánica, en un único sistema lógico!

¿Qué es la teoría de la relatividad?

Escrito a petición del *London Times*. Publicado el 28 de noviembre de 1919.

He aceptado con gusto la petición que me formulara su colega para escribir unas líneas sobre la relatividad, para ser publicadas por el *Times*. Después de la lamentable interrupción del antiguo y activo intercambio de ideas entre los hombres de ciencia, me resulta grata esta oportunidad de expresar mis sentimientos de alegría y agradecimiento para los astrónomos y físicos de Inglaterra.

Con total respeto por las solemnes tradiciones del trabajo científico en ese país, los más eminentes hombres de ciencia han entregado su tiempo y su esfuerzo, y las instituciones científicas no han ahorrado para demostrar el alcance de una teoría que fue perfeccionada y publicada, durante la guerra, en el país de sus enemigos. Aun cuando la investigación de la influencia del campo gravitatorio del sol en los rayos de luz es un tema puramente objetivo, no puedo menos que expresar las gracias, de manera personal, a mis colegas ingleses por su trabajo. Sin esa labor es poco probable que se hubiera obtenido durante el curso de mi vida la comprobación de la más importante inferencia de mi teoría.

En física podemos diferenciar varias clases de teorías. La mayor parte de ellas son constructivas e intentan organizar un cuadro de los fenómenos más complejos a partir de materiales que provienen de un esquema formal relativamente simple, que sirve de punto de partida.

Así, la teoría cinética de los gases trata de reducir los procesos mecánico, térmico y de difusión al movimiento de las moléculas, o sea que intenta reproducirlos a partir de la hipótesis del movimiento molecular. Cuando decimos que hemos logrado comprender un grupo de procesos naturales, siempre queremos significar que hemos hallado una teoría constructiva que abarca el proceso en cuestión.

Junto con esta clase de teorías principales, existe un segundo tipo al que llamaré «teorías de principios». En estas se emplea el método analítico, no el sintético. Los elementos que configuran su base y punto de partida no se construyen por vía de hipótesis, sino que se descubren empíricamente; son características generales de procesos naturales, principios que dan origen a criterios formulados de modo matemático, que los distintos procesos o sus representaciones teóricas tendrán que satisfacer. La termodinámica, por ejemplo, por medios analíticos, a partir de la experiencia universalmente probada de que el movimiento perpetuo es imposible, trata de deducir las condiciones necesarias que habrán de satisfacer los distintos hechos.

Las ventajas de la teoría constructiva son la integridad, la adaptabilidad y la claridad; en el caso de la teoría de principios, nos encontramos con las ventajas de la perfección lógica y la seguridad de los fundamentos.

La teoría de la relatividad pertenece a esta segunda clase. Para captar su naturaleza es necesario, en primer lugar, conocer los principios en los que está fundamentada. Sin embargo, antes de referirme a ellos, debo recordar que la teoría de la relatividad reúne dos elementos distintos: la teoría especial y la teoría general. La teoría especial, sobre la que se apoya la teoría general, se aplica a todos los fenómenos físicos, exceptuada sólo la gravitación. La teoría general ofrece la ley de la gravitación y sus relaciones con las otras fuerzas de la naturaleza.

Desde los tiempos de los antiguos griegos se sabe que, para describir el movimiento de un cuerpo, es preciso utilizar un segundo cuerpo al cual se ha de referir el movimiento del primero. El movimiento de un vehículo es considerado con referencia a la superficie de la Tierra, el de un planeta con respecto a la totalidad de las estrellas fijas visibles. En física, este cuerpo de referencia recibe el nombre de sistema de coordenadas. Las leyes mecánicas de Galileo y Newton, por ejemplo, sólo pueden ser formuladas con la ayuda de un sistema de coordenadas.

No obstante, el movimiento de este sistema de coordenadas no puede ser elegido de modo arbitrario. Para que las leyes de la mecánica sean válidas, tendrá que estar libre de rotación y aceleración. Un sistema de coordenadas admitido en mecánica se denomina «sistema inercial». El estado de movimiento de un sistema inercial,

según la mecánica, no está, sin embargo, determinado unívocamente por la naturaleza. Por el contrario, todo sistema de coordenadas que se mueve uniformemente y en línea recta con respecto a un sistema inercial es, asimismo, un sistema inercial. Con el nombre de «principio de relatividad restringida», se indica la generalización de esta definición a cualquier fenómeno natural: es decir, que toda ley universal válida en relación con un sistema de coordenadas *C*, también ha de ser válida en relación con un sistema de coordenadas *C'*, siempre que este esté dotado de un movimiento uniforme de traslación con respecto a *C*.

El segundo principio en que se apoya la teoría de la relatividad restringida es «el principio de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío». Este principio afirma que la luz en el vacío siempre tiene una determinada velocidad de propagación, independiente del estado de movimiento del observador o de la fuente de luz. La confianza que los físicos depositan en este principio surge de los éxitos obtenidos por la electrodinámica de Maxwell y Lorentz.

Estos dos principios están poderosamente apoyados por la experiencia, pero no parecen ser lógicamente conciliables. La teoría de la relatividad restringida, por fin, ha logrado unificarlos lógicamente, a través de una modificación de la cinemática, o sea, mediante la doctrina de las leyes que relacionan el espacio y el tiempo (desde el punto de vista de la física). Se comprobó que hablar de la simultaneidad de dos hechos no tiene sentido sino con relación a un sistema de coordenadas dado y que el tamaño de los patrones de medida y la velocidad a que da vueltas el reloj dependen de su estado de movimiento con respecto del sistema de coordenadas.

Pero la antigua física, incluidas las leyes del movimiento de Galileo y Newton, no encajan en la cinemática relativista. De esta última han surgido condiciones matemáticas generales a las que deben adecuarse las leyes naturales, si los dos principios antes mencionados son correctos. La física ha tenido, pues, que adaptarse. En particular, los científicos han llegado a una nueva ley de movimiento para puntos de masa a grandes velocidades, que ha sido confirmada de un modo admirable en el caso de las partículas con carga eléctrica. El resultado más importante de la teoría de la relatividad restringida se refiere a las masas inertes de los sistemas corpóreos. Se ha determinado que la inercia de un sistema depende necesariamente de su contenido de energía y esto conduce en forma directa a la no-

ción de que la masa inerte es energía latente. El principio de conservación de la masa pierde su independencia y se fusiona con el de conservación de la energía.

La teoría de la relatividad restringida, que es simplemente un desarrollo sistemático de la electrodinámica de Lorentz y Maxwell, apunta hacia más allá de sí misma. ¿La independencia de las leyes físicas del estado de movimiento del sistema de coordenadas ha de restringirse al movimiento uniforme de traslación de cada sistema de coordenadas? ¿Qué relación guarda la naturaleza con nuestros sistemas de coordenadas y su estado de movimiento? Si a fin de describir la naturaleza fuera necesario utilizar un sistema de coordenadas arbitrariamente introducido por nosotros, su estado de movimiento no tendría que estar sujeto a ninguna restricción. Las leyes tendrían que ser por completo independientes de esta elección (principio de la relatividad general).

Este principio de la relatividad general se ha establecido con cierta facilidad gracias a un hecho de la experiencia, conocido desde hace mucho tiempo: el peso y la inercia de un cuerpo se expresan por la misma constante (igualdad de la masa inerte y de la masa pesante). Imaginemos un sistema de coordenadas que mantiene un movimiento de rotación uniforme con respecto a un sistema inercial a la manera newtoniana. Las fuerzas centrífugas que se manifiestan en relación con este sistema, de acuerdo con las conclusiones de Newton, deben ser consideradas como efecto de la inercia. Pero estas fuerzas centrífugas son proporcionales a las masas de los cuerpos, tal como las fuerzas de la gravedad. ¿No sería posible en este caso considerar que el sistema de coordenadas está en reposo y que las fuerzas centrífugas son fuerzas gravitatorias? Esta interpretación parece muy clara, pero la mecánica clásica la prohíbe.

Esta rápida descripción deja entrever que una teoría de la relatividad general debe proporcionar las leyes de la gravitación, y la perseverancia en esta idea ha justificado nuestras esperanzas.

Pero el camino era más arduo de lo que habíamos supuesto, porque ha exigido el abandono de la geometría euclidiana; es decir, que las leyes según las cuales los cuerpos sólidos pueden estar dispuestos en el espacio no concuerdan por completo con las leyes espaciales atribuidas a los cuerpos por la geometría euclidiana. A esto nos referimos al hablar de «curvatura del espacio». Los conceptos fundamentales de «recta», de «plano», etcétera, pierden, por lo tanto, su significado preciso en física.

En la teoría de la relatividad general la ciencia del espacio y del tiempo, o cinemática, ya no se presenta como fundamento independiente del resto de la física. El comportamiento geométrico de los cuerpos y la marcha de los relojes dependen de los campos gravitatorios, que a su vez son producidos por la materia.

La nueva teoría de la gravitación, en lo que se refiere a principios, se diferencia considerablemente de la de Newton. Pero sus resultados prácticos concuerdan tan de cerca con los de la teoría de Newton que es difícil hallar criterios de diferenciación accesibles a la experiencia. Hasta el presente se han descubierto:

1. En la revolución de las elipses de las órbitas planetarias en torno al sol (confirmado en el caso de Mercurio).
2. En la curvatura de los rayos de luz por la acción de los campos gravitatorios (confirmado por las fotografías del eclipse solar de la expedición inglesa).
3. En un desplazamiento de las líneas espectrales hacia el extremo rojo del espectro en el caso de la luz transmitida a nosotros desde estrellas de considerable masa (no confirmado hasta el presente)*.

El atractivo fundamental de la teoría radica en el hecho de que es completa desde el punto de vista lógico. Si una sola de las conclusiones que se extraigan de ella resulta ser errada, tendremos que abandonarla, pues modificarla sin destruir toda su estructura parece ser imposible.

Que nadie suponga, sin embargo, que el importante trabajo de Newton puede ser invalidado por esta o por cualquier otra teoría. Sus grandes y lúcidas ideas retendrán para siempre su significación única como fundamentos de toda nuestra moderna estructura conceptual dentro de la esfera de la filosofía natural.

Nota: algunas de las afirmaciones aparecidas en su periódico y concernientes a mi vida y mi persona tienen origen en la vívida imaginación del articulista. Aquí también encontramos una aplicación más del principio de la relatividad, para gozo del lector: hoy, en

* Este criterio ha sido confirmado posteriormente.

Alemania, se me describe como «sabio alemán», en tanto que en Inglaterra se dice que soy un «judío suizo». Si mi destino me llevara a ser definido como una *bête noire*, me convertiría en un «judío suizo» para los alemanes y en un «sabio alemán» para los ingleses.

Geometría y experiencia

Conferencia pronunciada ante la Academia Prusiana de Ciencias, el 27 de enero de 1921. La última parte apareció por primera vez en una reimpresión de Springer, Berlín, 1921.

Una de las causas de la especial estima de que goza la matemática, por encima de todas las otras ciencias, es el hecho de que sus proposiciones son absolutamente ciertas e indiscutibles, en tanto que las de todas las otras ciencias son, hasta cierto punto, debatibles y corren el riesgo constante de ser invalidadas por el descubrimiento de nuevos hechos. A pesar de esto, el investigador de otro ámbito de la ciencia no tendría que envidiar al matemático si las proposiciones de la matemática se refiriesen a objetos de nuestra imaginación y no a objetos de la realidad. Porque no puede sorprender a nadie que personas distintas lleguen a las mismas conclusiones lógicas cuando ya se han puesto de acuerdo en cuanto a las proposiciones fundamentales (axiomas) y a los métodos mediante los que habrán de deducirse nuevos axiomas. Pero existe otra razón más que sustenta la elevada reputación de la matemática: esta ciencia es la que proporciona a las ciencias naturales exactas una cierta medida de certeza, a la que no podrían llegar sin la matemática.

En este punto surge por sí mismo un enigma que en todos los tiempos ha preocupado a las mentes inquisitivas. ¿Cómo puede ser que la matemática —un producto del pensamiento humano independiente de la experiencia— se adecúe tan admirablemente a los objetos de la realidad? ¿La razón humana, pues, sin acudir a la experiencia, con sólo entregarse al pensamiento, es capaz de desentrañar las propiedades de los objetos reales?

En mi opinión, la respuesta a esa pregunta es, brevemente, la siguiente: en la medida en que se refieren a la realidad, las proposiciones de la matemática no son seguras y, viceversa, en la medida en que son seguras, no se refieren a la realidad. Creo que esto no estu-

vo totalmente claro para todos hasta la llegada de esta formulación de las matemáticas que recibe el nombre de «axiomática». El progreso alcanzado por la axiomática consiste en haber logrado una neta separación entre lo lógico-formal y su objetivo o contenido intuitivo; de acuerdo con la axiomática, sólo lo lógico-formal constituye el objeto de la matemática, que no tiene que ver con lo intuitivo ni con otro contenido asociado con lo lógico-formal.

Consideremos ahora, desde este punto de vista, cualquier axioma de la geometría; el siguiente, por ejemplo: por dos puntos en el espacio pasa siempre una recta y sólo una. ¿Cómo debe interpretarse este axioma en el antiguo sentido y en el más moderno?

La interpretación antigua: todos saben qué es una recta y qué es un punto. No es el matemático quien ha de decidir si este conocimiento nace de una habilidad de la mente humana o de la experiencia, de algún tipo de unión de ambas o de alguna otra fuente. Este problema queda en manos del filósofo. Al basarse en el conocimiento que precede a toda matemática, el axioma precitado es, como todos los axiomas, evidente de por sí, o sea que constituye la expresión de una parte de ese conocimiento apriorístico.

La interpretación más moderna: la geometría trata de objetos que son denominados por las expresiones recta, punto, etcétera. No se presupone ni conocimiento ni intuición de estos objetos, sino la validez de los axiomas, tal como el precitado, que deben ser considerados en un sentido puramente formal, es decir, vacíos de todo contenido de intuición o experiencia. Estos axiomas son creación libre de la mente humana. Todas las otras proposiciones de la geometría son inferencias lógicas de los axiomas (que deben ser tomados sólo en su sentido nominal). Los axiomas *definen* los objetos acerca de los cuales trata la geometría. En su tratado de epistemología, Schlick ha caracterizado los axiomas como «definiciones implícitas», con una expresión muy adecuada.

Este criterio acerca de los axiomas, sostenido por la axiomática moderna, libera a la matemática de todos los elementos extraños y así disipa la oscuridad mística que antes rodeaba la base de la ciencia matemática. Pero esta expurgada visión de la matemática también pone en evidencia que esta disciplina científica, como tal, no puede enunciar nada acerca de objetos de la intuición o de objetos reales. En la geometría axiomática las palabras «punto», «recta», etc., sólo aluden a esquemas conceptuales vacíos. Aquello que les otorga contenido no es relevante para la matemática.

Por otra parte, sin embargo, es innegable que la matemática, por lo general y la geometría en especial, debe su existencia a la sentida necesidad de conocer algo acerca del comportamiento de los objetos reales. La misma palabra geometría —que, como sabemos, significa medición de la Tierra— es prueba de ello. La medición de la Tierra se fundamenta en las posibilidades de localización de ciertos objetos físicos en relación con otros: partes de la Tierra, jalones, elementos de medición, etc. Sin duda el sistema de conceptos de la geometría axiomática por sí solo no permite afirmación alguna en cuanto al comportamiento de los objetos reales de esta clase, es decir, de lo que denominaremos cuerpos prácticamente rígidos. Para poder hacer alguna afirmación, la geometría debe ser desprovista de su carácter meramente lógico-formal mediante la coordinación de los objetos reales de la experiencia con los esquemas conceptuales vacíos de la geometría axiomática. Para lograrlo, sólo debemos agregar la siguiente proposición: los cuerpos rígidos están relacionados, con respecto a su posible localización, tal como lo están los cuerpos en la geometría euclidiana de tres dimensiones. Y ahora, las proposiciones de Euclides ya contienen afirmaciones en cuanto al comportamiento de los cuerpos prácticamente rígidos.

Así completada, la geometría es evidentemente una ciencia natural y, de hecho, debemos considerarla la más antigua rama de la física. Sus afirmaciones descansan esencialmente en la inducción a partir de la experiencia y no tan sólo en inferencias lógicas. Denominaremos «geometría práctica» a esta geometría completada a la que distinguiremos en adelante de la «geometría puramente axiomática». La pregunta acerca de si la geometría práctica del universo es o no euclidiana tiene un sentido claro y la respuesta sólo puede proporcionárnosla la experiencia. Todas las mediciones de longitud en física constituyen una aplicación de la geometría práctica en este sentido, así como también las mediciones de longitud en geodesia y astronomía, si se utiliza la ley empírica que dice que la luz se propaga en línea recta, entendiendo la línea recta en el sentido de la geometría práctica.

Concedo especial importancia a la visión de la geometría que acabo de esbozar, porque sin ella no me hubiera sido posible formular la teoría de la relatividad. Sin ella hubiera sido imposible la siguiente reflexión: en un sistema de referencia que posee un movimiento de rotación con respecto a un sistema inercial, las leyes de

la localización de los cuerpos rígidos no corresponden a las reglas de la geometría euclidiana, de acuerdo con la contracción de Lorentz. De modo que si admitimos los sistemas no inerciales en un pie de igualdad, debemos abandonar la geometría euclidiana. Sin la interpretación anterior, el paso decisivo en la transición hacia las ecuaciones generalmente covariantes no se hubiera seguramente producido. Si rechazamos la relación entre el cuerpo axiomático de la geometría euclidiana y el cuerpo prácticamente rígido de la realidad, llegaremos de inmediato, como el agudo y profundo pensador Henry Poincaré, al siguiente enunciado: la geometría euclidiana se distingue por encima de toda otra geometría axiomática concebible gracias a su simplicidad. Dado que la geometría axiomática en sí misma no contiene afirmaciones sobre la realidad, que sólo pueden experimentarse en combinación con las leyes de la física, debe ser posible y razonable —sea cual fuere la naturaleza de la realidad— conservar la geometría euclidiana. Porque si aparecen contradicciones entre la teoría y la experiencia, tendremos que decidirnos a cambiar las leyes físicas antes que a cambiar la geometría euclidiana axiomática. Si rechazamos la relación entre el cuerpo prácticamente rígido y la geometría, no nos liberaremos con facilidad de la convención que considera que la geometría euclidiana debe conservarse por ser la más simple.

¿Por qué la equivalencia del cuerpo prácticamente rígido y del cuerpo de la geometría —que surge tan fácilmente— es rechazada por Poincaré y otros investigadores? Simplemente porque una mirada de inspección revela que los cuerpos sólidos en la naturaleza no son rígidos, puesto que su comportamiento geométrico —es decir, sus posibilidades de localización relativa— depende de la temperatura, las fuerzas externas, etc. De esta manera, la relación original e inmediata entre la geometría y la realidad física se ve destruida y así nos vemos impulsados a aceptar otro punto de vista, más general, que caracteriza la posición de Poincaré. Dicho punto de vista es el siguiente: la geometría (G) no predica nada acerca del comportamiento de las cosas reales y sólo la geometría unida a la totalidad (F) de las leyes físicas puede hacerlo. Si utilizamos los símbolos, podemos decir que sólo la suma de (G) + (F) está sujeta a verificación experimental. Puede elegirse (G) de manera arbitraria y otro tanto puede hacerse con partes de (F); todas estas leyes son convenciones. Para evitar contradicciones lo único que se necesita es elegir el resto de (F), de modo tal

que (G) y todo el conjunto de (F) estén de acuerdo con la experiencia. Enfocadas así, la gometría axiomática y las leyes naturales convencionales se nos muestran como epistemológicamente equivalentes.

Sub specie aeterni, en mi opinión, Poincaré está en lo cierto. La idea de la vara de medición y la idea del reloj coordinado con ella en la teoría de la relatividad no encuentran su correspondencia exacta en el mundo real. También está claro que el sólido rígido y el reloj, dentro del edificio conceptual de la física, no juegan el papel de elementos irreductibles, sino el de estructuras compuestas, que no deben desempeñar ningún papel independiente en la física teórica. Con todo, es mi convicción que en el actual estadio de desarrollo de la física teórica estos conceptos aún pueden emplearse como conceptos independientes. Estamos todavía muy lejos de poseer un conocimiento tan seguro de los principios teóricos de la estructura atómica que nos capacite para construir teóricamente cuerpos sólidos y relojes a partir de conceptos elementales.

Además, en cuanto a la objeción de que no existen cuerpos realmente rígidos en la naturaleza y de que por ello las propiedades predicadas acerca de los cuerpos rígidos no se corresponden con la realidad física, se puede decir que no es tan radical como podría parecer luego de una consideración precipitada. En rigor, no es una tarea difícil determinar el estado físico de un cuerpo de medición, con la exactitud necesaria para que su comportamiento con respecto a otros cuerpos de medición esté tan libre de ambigüedad que le permita ser sustituido por el cuerpo «rígido». Las afirmaciones acerca de los cuerpos rígidos deben estar referidas a cuerpos de medición de este tipo.

Toda la geometría práctica está basada en un principio accesible a la experiencia y que ahora intentaremos abordar. Supongamos que tenemos dos señales en un cuerpo prácticamente rígido. Llamaremos a este par de señales distancia. Imaginemos dos cuerpos prácticamente rígidos, cada uno con una distancia marcada en él. Esas dos distancias serán «una igual a la otra» si las señales de una distancia pueden hacerse coincidir permanentemente con las señales de la otra. Ahora supondremos que:

Si dos distancias han sido halladas iguales una vez y en alguna circunstancia, son iguales siempre y en todas las circunstancias.

No sólo la geometría práctica de Euclides, sino también su más reciente generalización, la geometría práctica de Riemann, y la teo-

ría general de la relatividad descansan sobre esta afirmación. Mencionaré sólo una de las razones experimentales que fundamentan esta afirmación. El fenómeno de la propagación de la luz en el vacío determina una distancia (el correspondiente camino de la luz) para cada intervalo de tiempo local. De aquí se sigue que el supuesto sobre distancias antes señalado debe ser válido también para intervalos de tiempo de reloj en la teoría de la relatividad. Por lo tanto, podemos establecer la siguiente formulación: si dos relojes ideales marchan a igual velocidad en cualquier momento y en cualquier lugar (próximos el uno del otro) siempre funcionarán a igual velocidad, sin que importe cuándo y dónde vuelvan a ser comparados. Si esta ley no fuera válida para los relojes naturales, las frecuencias propias de los distintos átomos de un mismo elemento químico no estarían en tan perfecta relación como lo demuestra la experiencia. La existencia de líneas espectrales agudas es una convincente prueba experimental del principio antes mencionado de geometría práctica. En último análisis, esta es la razón que nos permite hablar con propiedad de una métrica riemanniana del continuo cuatridimensional espacio-tiempo.

Según el punto de vista aquí invocado, el problema de si el continuo tiene una estructura euclidiana, riemanniana u otra de naturaleza distinta, es una cuestión estricta de la física, que ha de ser contestada por la experiencia y no una cuestión de convención elegida sobre la base de la mera conveniencia. La geometría de Riemann tendrá validez si las leyes de localización de los sólidos prácticamente rígidos se acercan a las de la geometría euclidiana tanto más de cerca cuanto menores sean las dimensiones de la región de espacio-tiempo que se tome en consideración.

Es verdad que esta interpretación física de la geometría se desbarata cuando se la aplica inmediatamente a espacios de orden de magnitud submolecular. Pero no obstante, aun en cuestiones tales como la constitución de partículas elementales, retiene una parte de su significación. Porque incluso cuando se trata de describir las partículas elementales eléctricas que constituyen la materia, se puede hacer el intento de otorgar significado físico a esos conceptos de campo, que han sido definidos físicamente con el fin de describir el comportamiento geométrico de los cuerpos que son grandes en comparación con la molécula. Sólo el éxito puede justificar ese intento, que postula realidad física para los principios fundamentales

de la geometría de Riemann, fuera del dominio de sus definiciones físicas. Es posible que se descubra que esta extrapolación no tiene más fundamento que la extrapolación del concepto de temperatura a partes de un cuerpo de orden de magnitud molecular.

Resulta menos problemático extender los conceptos de geometría práctica a espacios de orden cósmico de magnitud. Por supuesto, se podría objetar que una construcción compuesta de varas sólidas se aparta de la rigidez ideal tanto más cuanto más grande sea su extensión espacial. Pero creo que sería poco posible asignar un significado fundamental a esta objeción. Por ende, la pregunta acerca de si el universo es espacialmente finito o no me parece una pregunta plena de significación en el sentido de la geometría práctica. Ni siquiera considero imposible que la astronomía dé respuesta a esta pregunta dentro de un plazo no muy largo. Recordemos aquí lo que la teoría de la relatividad general nos dice al respecto. Las posibilidades que ofrece son dos:

1. El universo es espacialmente infinito. Esto es posible sólo si en el universo la densidad espacial media de la materia, concentrada en las estrellas, se anula, es decir, si la razón entre la masa total de las estrellas y el volumen del espacio en el cual estos cuerpos están dispersos se aproxima a cero indefinidamente, cuanto mayores sean los volúmenes considerados.
2. El universo es espacialmente finito. Esto ha de ser así si la densidad media de la materia ponderable en el universo es distinta de cero. Cuanto menor sea esta densidad media, mayor será el volumen del universo.

Estoy en la obligación de mencionar que se puede aducir un argumento teórico en favor de la hipótesis de un universo finito. La teoría de la relatividad general enseña que la inercia de un cuerpo dado es mayor cuando existen en su proximidad mayores masas ponderables. De modo que parece muy natural reducir la inercia total de un cuerpo a la interacción entre este y los otros cuerpos en el universo; así es como, desde los tiempos de Newton, la gravedad ha sido reducida por completo a la interacción entre los cuerpos. A partir de las ecuaciones de la teoría de la relatividad general se puede deducir que esta reducción de la inercia a interacción entre masas —tal como lo exigía E. Mach, por ejemplo— sólo es posible si el universo es espacialmente finito.

Muchos físicos y astrónomos no se dejan impresionar por este argumento. En un último análisis, sólo la experiencia será la que decida cuál de las dos posibilidades tiene cumplimiento en la naturaleza. ¿Cómo puede proporcionar una respuesta la experiencia? En principio, puede parecer posible determinar la densidad media de la materia observando la porción de universo que nos es accesible. Esta es una esperanza ilusoria. La distribución de las estrellas visibles es extremadamente irregular, de modo que de ninguna manera podríamos aventurarnos a determinar que la densidad media de la materia estelar en el universo es igual, digamos, a la densidad media en nuestra galaxia. En cualquier caso, por muy grande que pueda ser el espacio examinado, no podemos abrigar la convicción de que existen otras estrellas más allá de ese espacio. O sea que parece imposible arriesgar una estimación de esa densidad media.

Pero existe otro camino, que considero más practicable, aun cuando presente grandes dificultades. Observemos las consecuencias de la teoría de la relatividad general (aquellas accesibles a la experiencia) y analicemos cuánto se han desviado de las consecuencias de la teoría de Newton. En primer lugar, hallaremos una desviación que se manifiesta en la proximidad de una masa gravitante y que ha sido confirmada en el caso del planeta Mercurio. Pero si el universo es espacialmente finito, ha de existir una segunda desviación de la teoría newtoniana que, dentro del lenguaje de esta misma teoría, podrá expresarse así: el campo gravitatorio es de índole tal que se le puede considerar producido no sólo por las masas ponderables, sino además por una densidad de masa de signo negativo, distribuida uniformemente en el espacio. Dado que esta densidad de masa tendría que ser en extremo pequeña, sólo podría ser captada en sistemas gravitatorios de enorme extensión.

Dado el caso de que conociéramos, por ejemplo, la distribución estadística y las masas de las estrellas en nuestra galaxia, podríamos calcular, según la ley de Newton, el campo gravitatorio y las velocidades medias que han de tener las estrellas, para que la galaxia no se desintegre bajo la atracción mutua de sus estrellas y continúe manteniendo su actual extensión. Si las velocidades reales de las estrellas —que pueden ser medidas— fueran menores que las velocidades calculadas, tendríamos una prueba de que las atracciones a grandes distancias son menores que las previstas por la ley de Newton. A partir de esta desviación, se puede demostrar indirecta-

mente que el universo es finito. Incluso se podrían llegar a estimar sus dimensiones espaciales.

¿Somos capaces de visualizar un universo tridimensional que sea finito y, a pesar de ello, sin límites?

La respuesta habitual a esta pregunta es «no», pero no se trata de la respuesta correcta. El propósito de las siguientes reflexiones es demostrar que la respuesta tendría que ser «sí». Quiero demostrar que sin ninguna dificultad extraordinaria podemos ilustrar la teoría de un universo finito a través de una representación mental a la que, con un poco de práctica, pronto podremos acostumbrarnos.

En primer término, corresponde hacer una observación de naturaleza epistemológica. Una teoría geométrico-física como tal no puede ser directamente ilustrada, toda vez que se trata meramente de un sistema de conceptos. Pero estos conceptos tienen por objetivo aportar a la mente una multiplicidad de experiencias sensoriales reales o imaginarias. Por lo tanto, «visualizar» una teoría significa proporcionar a la mente esa abundancia de experiencias sensibles con respecto a las cuales la teoría ofrece una ordenación esquemática. En el presente caso hemos de preguntarnos cómo podemos representar ese comportamiento de los cuerpos sólidos con respecto a su mutua disposición (contacto) que corresponde a la teoría de un universo finito. En realidad no hay nada nuevo en lo que he de decir sobre este tema, pero las innumerables preguntas que he recibido en diversas ocasiones prueban que la curiosidad de quienes están interesados en estas cuestiones no ha sido satisfecha por completo todavía. De modo que pido disculpas a los iniciados, porque incurriré en la repetición de cosas que son conocidas desde hace ya mucho tiempo.

¿Qué queremos expresar al decir que nuestro espacio es infinito? Tan sólo que podríamos disponer cualquier cantidad de cuerpos de igual tamaño, unos junto a otros, sin llegar a cubrir ese espacio. Figurémonos que disponemos de un gran número de cajas cúbicas, todas del mismo tamaño. De acuerdo con la geometría euclidiana, podemos ponerlas unas por encima, por debajo y junto a las otras hasta cubrir, arbitrariamente, una amplia parte del espacio. Pero esta construcción jamás llegaría a estar terminada: podríamos seguir y seguir agregando cubos sin encontrarnos jamás con que no nos queda ya lugar. Esto es lo que queremos significar al decir que el espacio es infinito. Sería mejor decir que el espacio es infinito en

relación con los cuerpos prácticamente rígidos, suponiendo que la geometría euclidiana proporciona las leyes de localización de estos cuerpos.

Otro ejemplo de un continuo infinito es el plano. Sobre una superficie plana podemos colocar cuadrados de cartón de modo tal que cada lado de cada cuadrado sea adyacente a otro lado de otro cuadrado. La construcción nunca terminará; siempre podremos continuar colocando cuadrados, si sus leyes de localización se corresponden con las que la geometría euclidiana postula para las figuras planas. El plano es infinito, por lo tanto, con respecto a los cuadrados de cartón. Por consiguiente, decimos que el plano es un continuo infinito de dos dimensiones y que el espacio es un continuo infinito de tres dimensiones. Creo que puedo dar por sabido el significado del número de dimensiones aquí aludido.

Ahora elijamos un ejemplo de un continuo bidimensional que es finito pero sin límites. Imaginemos la superficie de un gran globo y una cantidad de pequeños discos de papel, todos del mismo tamaño. A continuación, ponemos uno de los discos en cualquier parte, sobre la superficie del globo. Si movemos el disco hacia cualquier dirección, sobre la superficie del globo, no tropezaremos con ningún límite en ningún momento. Por consiguiente, decimos que la superficie de la esfera es un continuo sin límites. Por otra parte, la superficie esférica es un continuo finito. Lo podemos comprobar colocando discos de papel sobre la esfera, de modo que ningún disco se superponga a otro; la superficie de la esfera llegará a estar tan cubierta que será ya imposible situar otro disco. Esto significa exactamente que la superficie esférica del globo es finita en relación con los discos de papel. Por otra parte, la superficie esférica es un continuo no euclidiano de dos dimensiones, es decir, que las leyes de localización de figuras rígidas puestas sobre ella no concuerdan con las del plano euclidiano. Esto puede demostrarse de la siguiente forma: tomemos un disco y rodeémoslo, en círculo, por otros seis discos, cada uno de los cuales debe estar rodeado, a su vez, por otros seis discos y así sucesivamente. Si esta construcción se realiza sobre una superficie plana, se obtendrá una colocación ininterrumpida en la que hay seis discos que tocan a cada disco, con excepción de los que estén en la parte externa.

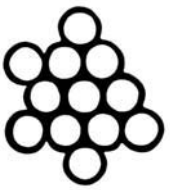


Figura 1

Sobre una superficie esférica esta construcción también promete un cierto éxito en el primer momento y cuanto menor sea el radio del círculo en proporción al de la esfera, tanto más posible parecerá la tarea. Pero en la medida en que progrese la construcción, más claro se verá que la colocación de los discos según la localización indicada, sin interrupción, no es posible como lo era en el caso de la geometría euclidiana del plano. Así, quienes no puedan abandonar la superficie esférica y ni siquiera puedan echar una mirada fuera de la superficie esférica hacia el espacio tridimensional, podrían llegar a descubrir, por simple experimentación con los discos, que su «espacio» bidimensional no es euclidiano, sino esférico.

Según los últimos resultados de la teoría de la relatividad, es probable que nuestro espacio tridimensional sea también aproximadamente esférico, o sea que las leyes de localización en él de cuerpos rígidos no están dadas por la geometría euclidiana, sino, y en forma aproximada, por la geometría esférica, si consideramos partes del espacio que sean suficientemente extensas. Este es el momento en que la imaginación del lector vacila. «Nadie puede imaginar semejante cosa» nos dirá, lleno de indignación. «Se puede decir una cosa así, pero no es posible pensarla. Puedo imaginar bastante bien una superficie esférica, pero nada análogo a ella que posea tres dimensiones.»

Debemos hacer el intento de superar esta barrera mental y el lector paciente verá que no se trata de una tarea de excepcional dificultad. Con este fin, en primer lugar atenderemos una vez más a la geometría de las superficies esféricas bidimensionales. En la figura adjunta, *K* representa la superficie esférica, que en *S* toca al plano *E*, en este caso representado como una superficie limitada, por razones de facilidad de presentación. Denominemos *L* un disco sobre la superficie esférica. Ahora imaginemos que en el punto *N* de la superficie esférica, diametralmente opuesto a *S*, existe un punto luminoso que proyecta una sombra *L'* (la del disco *L*) sobre el plano *E*.

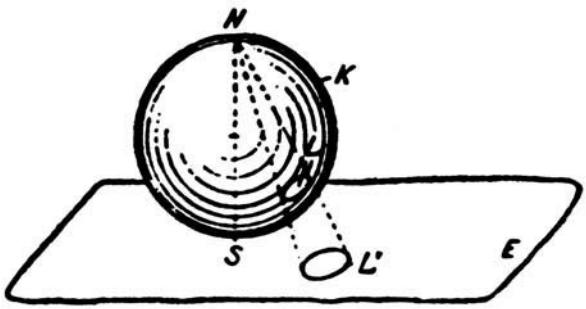


Figura 2

Si el disco sobre la esfera *K* es movido, también se moverá su sombra *L'* sobre el plano *E*. Cuando el disco *L* está en *S*, coincide casi exactamente con su sombra. Si se mueve sobre la superficie esférica alejándose de *S* hacia arriba, la sombra del disco, *L',* sobre el plano también se aleja de *S*, hacia la parte externa del plano y se agranda a medida que se aleja del punto citado. Si el disco *L* se aproxima al punto luminoso *N*, la sombra se desplaza hacia el infinito y se agranda infinitamente.

Ahora nos planteamos una pregunta: ¿cuáles son las leyes de localización de las sombras *L'* sobre el plano *E*? Es evidente que son las mismas que las leyes de localización de los discos *L* sobre la superficie esférica. Para cada figura original sobre *K* existe una sombra, una figura correspondiente sobre *E*. Si sobre *K* dos discos se tocan, sus sombras sobre *E* también se tocan. La geometría de la sombra sobre el plano concuerda con la geometría del disco sobre la esfera. Si denominamos a los discos-sombra figuras rígidas, la geometría esférica es válida sobre el plano *E* con respecto a estas figuras rígidas. En particular, el plano es finito con respecto a los discos-sombra, porque sólo un número finito de sombras puede tener lugar dentro del plano.

En este punto, alguien dirá: «Eso no tiene sentido. Los círculos proyectados no son figuras rígidas. Con sólo colocar una regla sobre el plano *E* podremos convencernos de que las sombras aumentan de tamaño constantemente, a medida que se alejan, sobre el plano, del punto *S* hacia el infinito». ¿Pero qué sucedería si la regla en cuestión se comportara sobre el plano *E* de la misma manera que los discos-sombra *L'*? Sería imposible, en ese caso, demostrar que las sombras crecen de tamaño a medida que se alejan de *S*. Tal aseveración no

tendría, pues, ninguna significación. En realidad, la única afirmación objetiva que se puede enunciar acerca de los discos-sombra es la siguiente: estos discos están relacionados exactamente de la misma manera en que lo están los discos rígidos sobre la superficie esférica, en el sentido de la geometría euclidiana.

Debemos tener bien claro que nuestra afirmación con respecto al crecimiento de los discos-sombra a medida que se alejan de *S* hacia el infinito no tiene en sí significación objetiva, en cuanto no seamos capaces de comparar los discos-sombra con los cuerpos rígidos euclidianos que se pueden mover sobre el plano *E*. Con respecto a las leyes de localización de las sombras *L',* el punto *S* no tiene privilegios especiales sobre el plano ni sobre la superficie esférica.

La representación que hemos visto de la geometría esférica sobre el plano es importante para nosotros, porque nos permite fácilmente transferirla al ámbito tridimensional.

Imaginemos un punto *S* de nuestro espacio y una gran cantidad de pequeñas esferas *L',* a las que es posible hacer coincidir las unas con las otras. Pero estas esferas no han de ser rígidas en el sentido de la geometría euclidiana; sus radios han de aumentar (en el sentido de la geometría euclidiana) cuando se muevan alejándose de *S* y hacia el infinito; ese aumento se ha de producir de acuerdo con la misma ley que determinaba el crecimiento de los radios de los discos-sombra *L'* sobre el plano.

Después de habernos forjado una imagen vívida del comportamiento geométrico de las esferas *L',* supongamos que en nuestro espacio no existen cuerpos rígidos en el sentido de la geometría euclidiana, sino sólo cuerpos que se comportan como las esferas *L'.* Así tendremos una clara imagen del espacio esférico tridimensional o, mejor aún, de la geometría esférica tridimensional. Ahora, las esferas deben ser llamadas «rígidas». Su aumento de tamaño a medida que se alejan de *S* no puede ser detectado mediante mediciones realizadas con reglas de medición, tal como en el caso de los discos-sombra sobre el plano *E*, porque los patrones de medida se comportan del mismo modo que las esferas. El espacio es homogéneo, lo que equivale a decir que las mismas configuraciones esféricas son posibles en las cercanías de cada punto*. Nuestro espacio es finito

* Esto es comprensible sin necesidad de cálculos —pero sólo para el caso bidimensional— si volvemos una vez más al caso del disco sobre la superficie de la esfera.

porque, a causa del «crecimiento» de las esferas sólo un número finito de ellas puede tener cabida en el espacio.

De esta manera, utilizando como punto de apoyo la práctica que para pensar y para visualizar nos ha dado la geometría euclidiana, hemos configurado una imagen mental de la geometría esférica. Nos sería posible, sin demasiadas dificultades, otorgar mayor profundidad y vigor a estas ideas realizando construcciones imaginarias especiales. Tampoco sería difícil representar, de una manera análoga, lo que se ha denominado geometría elíptica. Hoy, mi único objetivo ha sido demostrar que la facultad humana de visualización no está condenada a rendirse ante la geometría no euclidiana.

Sobre la teoría de la relatividad

Conferencia en el King's College, Londres, 1921. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Constituye para mí un gran placer tener el privilegio de hablar en la capital del país en el que han surgido las más importantes nociones fundamentales de física teórica. Me refiero a la teoría de los movimientos de masas y a la gravitación, estudiadas por Newton, y al concepto de campo electromagnético, que sirviera a Faraday y a Maxwell para situar la física sobre una nueva base. La teoría de la relatividad, bien puede decirse, ha puesto algo así como un toque final al importante edificio intelectual construido por Maxwell y Lorentz, intentando extender la teoría de campos a todos los fenómenos, incluido el de la gravitación.

Sobre el tema específico de esta charla, la teoría de la relatividad, quiero recalcar que esta teoría no tiene un origen especulativo, sino que debe por entero su nacimiento al deseo de hacer que la teoría física concuerde en la mayor medida posible con los hechos observados. No tenemos en ella un acto revolucionario, sino la continuación natural de una línea que puede trazarse a través de varios siglos. El abandono de ciertos conceptos de espacio, tiempo y movimiento, hasta el presente considerados como fundamentales, no ha de considerarse arbitrario, porque ha sido condicionado por hechos observados.

La ley de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío, que ha sido confirmada por el desarrollo de la electrodinámica y la óp-

tica, y la equivalencia de todos los sistemas inerciales (principio de la relatividad restringida), que ha sido demostrada por el famoso experimento de Michelson, han hecho necesario, en primer lugar, que el concepto de tiempo se convierta en relativo, toda vez que a cada sistema inercial se le adjudica su propio tiempo especial. En la medida en que esta noción se ha desarrollado, ha quedado patente que la conexión entre experiencia inmediata por una parte y coordenadas y tiempo por la otra no ha sido pensada hasta el momento presente con la precisión suficiente.

Dicho de modo general, uno de los rasgos esenciales de la teoría de la relatividad es el esfuerzo que en ella se hace para descubrir las relaciones entre los conceptos generales y los hechos empíricos de una manera más precisa. El principio fundamental, en este caso, es que la justificación de un concepto físico estriba exclusivamente en su clara y precisa relación con hechos que pueden ser experimentados. De acuerdo con la teoría de la relatividad restringida, las coordenadas espaciales y el tiempo aún conservan un carácter absoluto, en tanto en cuanto son medibles por relojes estáticos y cuerpos rígidos. Pero son relativos en la medida en que dependen del estado de movimiento del sistema inercial seleccionado. Según la teoría de la relatividad restringida, el continuo cuatridimensional formado por la unión del espacio y del tiempo (Minkowski) retiene el carácter absoluto que, de acuerdo con la anterior teoría, pertenecía al espacio y al tiempo de manera separada. La influencia del movimiento, relativo al sistema de coordenadas, en la forma de los cuerpos y en la marcha de los relojes, así como la equivalencia de la energía y la masa inerte, surge de la interpretación de las coordenadas y el tiempo como productos de una medición.

En primer término, la teoría de la relatividad general debe su existencia al hecho empírico de la igualdad numérica entre la masa inerte y el peso de los cuerpos, un hecho fundamental para el que la mecánica clásica no proporciona ninguna interpretación. A su interpretación se ha llegado por una extensión del principio de la relatividad a sistemas de coordenadas acelerados los unos respecto de los otros. La introducción de sistemas de coordenadas acelerados respecto a un sistema inercial significa la aparición de campos gravitatorios respecto a este último. Como resultado de esto, la teoría general de la relatividad, que está basada sobre la igualdad de inercia y peso, proporciona una teoría del campo gravitatorio.

La introducción de los sistemas de coordenadas acelerados unos respecto a otros como sistemas igualmente legítimos, tal como exige la identidad de la inercia y del peso, en conjunción con los resultados de la teoría de la relatividad restringida, condujo a la conclusión de que las leyes que gobiernan la localización de los cuerpos rígidos en el espacio, cuando los campos gravitatorios están presentes, no guardan correspondencia con las leyes de la geometría euclidiana. Un resultado análogo ocurre con la marcha de los relojes. Esto nos lleva a la necesidad de una nueva generalización, aún, de la teoría del espacio y el tiempo, porque la interpretación directa de las coordenadas espaciales y temporales a través de mediciones obtenidas mediante reglas y relojes se desbarata. Esta generalización de la métrica, que ya ha sido ralizada en la esfera de la matemática pura gracias a las investigaciones de Gauss y de Riemann, se basa esencialmente en el hecho de que la métrica de la teoría de la relatividad restringida, puede todavía reivindicar su validez para pequeñas regiones en el caso general.

El proceso de desarrollo aquí esbozado despoja a las coordenadas de espacio y tiempo de toda realidad independiente. Lo métricamente real ahora sólo está dado mediante la combinación de las coordenadas de espacio-tiempo con las magnitudes matemáticas que describen el campo gravitatorio.

Existe, empero, un segundo origen del proceso de creación de la teoría de la relatividad general. Tal como señaló con insistencia Ernst Mach, la teoría newtoniana es insatisfactoria en lo siguiente: si se considera el movimiento desde un punto de vista puramente descriptivo y no desde un punto de vista causal, sólo existe como movimiento relativo de las cosas, las unas con respecto de las otras. Pero la aceleración que aparece en las ecuaciones del movimiento de Newton es incomprensible si se parte del concepto del movimiento relativo. Esto obligó a Newton a inventar un espacio físico en relación con el cual se supone que existe la aceleración. Esta introducción *ad hoc* del concepto de espacio absoluto, en tanto que es lógicamente irrecusable, resulta en rigor poco satisfactoria. De aquí surgió el intento de Mach, que se propuso alterar las ecuaciones de la mecánica de tal manera que la inercia de los cuerpos pudiera reducirse a los propios movimientos relativos de estos, no con referencia al espacio absoluto, sino respecto a la totalidad de los demás cuerpos ponderables. En razón del estado del conocimiento por entonces existente, su intento estaba destinado al fracaso.

El planteamiento del problema, sin embargo, parece razonable por completo. Esta línea de argumentación se impone por sí misma con mayor fuerza en relación con la teoría de la relatividad general, toda vez que, de acuerdo con esa teoría, las propiedades físicas del espacio están afectadas por la materia ponderable. En mi opinión, la teoría de la relatividad general puede resolver este problema de modo satisfactorio sólo si concibe al mundo como espacialmente cerrado. Los resultados matemáticos de la teoría son los que nos compelen a adoptar este punto de vista, si aceptamos que la densidad media de materia ponderable en el mundo posee cierto valor finito, por pequeño que sea.

La causa de la formación de meandros en los cursos de los ríos y la denominada ley de Baer

Conferencia leída ante la Academia Prusiana el 7 de enero de 1926. Publicada en el periódico alemán *Die Naturwissenschaften*, volumen 14, 1926.

Es conocido por todos el hecho de que las corrientes de agua tienden a curvarse en líneas sinuosas, en lugar de seguir la línea de máxima pendiente del terreno. También es bien sabido por los geógrafos que los ríos del hemisferio norte tienden a erosionar, en especial, su ribera derecha. Los ríos del hemisferio sur se comportan de la manera opuesta (ley de Baer). Se han llevado a cabo muchos intentos de explicar este fenómeno y no estoy seguro de que lo que he de decir a continuación sea nuevo para el experto: algunas de mis consideraciones son, por cierto, conocidas. No obstante, dado que he visto que no es fácil cruzarse con alguien que conozca a fondo las relaciones causales de estos hechos, creo que no está fuera de lugar hacer una breve exposición cualitativa de ellos.

En primer término, está claro que la erosión ha de ser mayor cuanto mayor sea la velocidad de la corriente en la orilla correspondiente, o cuantos más sean los obstáculos que la hagan caer a cero en algún punto particular de esta orilla. Esto es cierto por igual en todas las circunstancias, ya se trate de una erosión que dependa de factores mecánicos o de otros, de naturaleza físico-química (disolución del suelo). Por lo tanto, debemos concentrar nuestra atención en las circunstancias que afectan la rapidez con que disminuye la velocidad en la orilla.

En ambos casos, la asimetría en la caída de la velocidad se debe, en forma indirecta, a la formación de un movimiento circular al que hemos de dirigir nuestra atención de inmediato.

Comenzaré refiriéndome a un pequeño experimento que cualquiera puede repetir con facilidad. Imaginemos una taza de fondo plano, llena de té. En el fondo hay algunas hojas de té, que permanecen allí porque son más pesadas que el líquido al que han desplazado. Si se imprime un movimiento de rotación al líquido, mediante una cuchara, las hojas se agruparán rápidamente en el centro del fondo de la taza. La explicación de este fenómeno es la siguiente: la rotación del líquido genera una fuerza centrífuga que actúa sobre él. En sí mismo, esto no originaría ningún cambio en la corriente del líquido, si la rotación de los líquidos fuera igual a la de los sólidos. Pero en la cercanía de las paredes de la taza, el líquido es frenado por la fricción, con lo que su velocidad angular es menor allí que en otros lugares cercanos al centro.

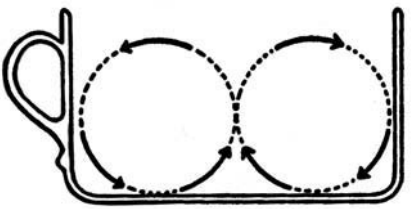


Figura 1

En particular, la velocidad angular y por consiguiente la fuerza centrífuga, cerca del fondo será menor que en las zonas superiores. El resultado será un movimiento circular del líquido, del tipo del que se ilustra en la figura 1, que va en aumento hasta que, bajo la influencia de la fricción del fondo, queda frenado. Las hojas de té son barridas hacia el centro por el movimiento circular y prueban la existencia de dicho movimiento.

Algo similar ocurre con una corriente de forma curva (fig. 2). En cada sección transversal de su curso, donde este se curva, opera una fuerza centrífuga en dirección a la parte exterior de la curva (desde *A* hacia *B*). Cerca del fondo, donde la velocidad de la corriente es reducida por la fricción, esta fuerza tiene menos intensidad que en la parte superior. A partir de tal hecho, se origina un movimiento

circular, del tipo ilustrado en el diagrama. Aun cuando no haya curvas en el río, se producirá un movimiento circular del tipo ilustrado en la figura 2, siquiera en pequeña escala, a causa del movimiento de rotación de la Tierra. Este movimiento produce una fuerza de Coriolis, transversal con respecto a la dirección de la corriente, cuya componente derecha horizontal equivale a $2\ v\ \Omega$ sen φ por unidad de masa del líquido, donde v es la velocidad de la corriente, Ω la velocidad de rotación de la Tierra y φ la latitud geográfica. Así como la fricción del suelo reduce esta fuerza en la parte del fondo, del mismo modo esta fuerza da origen a un movimiento circular del tipo indicado en la figura 2.

PLANTA SECCIÓN VERTICAL A-B

Figura 2

Después de estas discusiones preliminares volvemos al problema de la distribución de las velocidades sobre la sección transversal de la corriente, que es el factor de control en la erosión. A este fin, debemos comprender en primer lugar cómo se origina y se mantiene la (turbulenta) distribución de las velocidades. Si el agua en reposo de un río fuera puesta de pronto en movimiento por la acción de una fuerza de aceleración uniformemente distribuida, la distribución de las velocidades sobre la sección transversal sería uniforme en un primer momento. Sólo al cabo de un cierto tiempo, bajo la influencia de la fricción en las orillas, se establecería por sí misma una distribución de las velocidades, gradualmente creciente desde las paredes laterales hacia el centro de la sección transversal. Tras la perturbación, la distribución (más o menos) estacionaria de las velocidades sobre la sección transversal sólo se restablecería en forma gradual, una vez más, bajo la influencia de la fricción del fluido.

La hidrodinámica representa el proceso por el cual se restablece esta distribución estacionaria de las velocidades del siguiente modo:

en un flujo plano (potencial) todos los remolinos están concentrados en las paredes del lecho. De allí se separan y se mueven con lentitud hacia el centro de la sección transversal de la corriente, distribuyéndose por sí mismos en una capa de creciente grosor. Disminuye, con ello, la caída de velocidad en las proximidades de las paredes. Bajo la acción de la fricción interna del líquido, los remolinos en el interior de la sección transversal son gradualmente absorbidos y su puesto es ocupado por otros nuevos, que se forman junto a las paredes. Se produce de esta manera una distribución de las velocidades casi-estacionaria. Lo importante para nosotros es que la distribución estacionaria de velocidades se alcanza lentamente. Por esta razón, causas relativamente insignificantes, operando constantemente, son capaces de ejercer una considerable influencia sobre la distribución de velocidades en la sección transversal. Consideremos ahora qué influencia está destinada a ejercer sobre la distribución de velocidades en la sección transversal del río el movimiento circular debido a una curva del río o a la fuerza de Coriolis, tal como está ilustrado en la figura 2. Las partículas del líquido que se mueven con mayor rapidez estarán más alejadas de las paredes, es decir, en la parte superior del centro del fondo. Estas partículas de agua que se mueven a mayor velocidad serán llevadas por la circulación hacia la orilla derecha, en tanto que la orilla izquierda recibe el agua que viene de la región cercana al fondo y tiene una velocidad menor. Así, en el caso representado en la figura 2, la erosión es necesariamente más fuerte sobre el lado derecho que sobre el izquierdo. Es de notar que esta explicación está basada, de modo esencial, en el hecho de que el movimiento lento de circulación del agua ejerce una considerable influencia sobre la distribución de velocidades, porque la igualación de las velocidades por la fricción interna, que neutraliza esta consecuencia del movimiento de circulación, es también un proceso lento.

Aquí tenemos, pues, explicadas las causas de la formación de los meandros. Con todo, ciertos detalles podrían ser deducidos sin dificultad de estos hechos. La erosión, no sólo será comparativamente mayor en la orilla derecha, sino también en todo lado derecho del cauce, de modo que existirá una tendencia a que se produzca un perfil como el ilustrado en la figura 3.

Además, el agua de la superficie proviene de la orilla izquierda y por lo tanto, y especialmente en el lado izquierdo, se moverá con

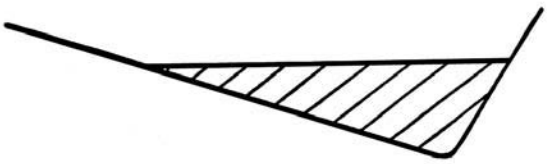


Figura 3

menor velocidad que el agua que fluya a mayor profundidad. Esto ha sido observado en la realidad. Hay que indicar, por otra parte, que el movimiento circular posee una inercia. La circulación sólo alcanzará su máximo, pues, más allá del punto de mayor curvatura y esto mismo se aplica, naturalmente, a la asimetría de la erosión. En el curso de la erosión, pues, se ha de producir un avance de la línea ondulatoria de la formación de los meandros en el sentido de la corriente. Por último, cuanto más amplia sea la sección transversal del río, más lentamente será absorbido el movimiento circular por la fricción. La línea ondulatoria de la formación de meandros aumentará, por lo tanto, con la sección transversal del río.

La mecánica de newton y su influencia en el desarrollo de la física teórica

Con ocasión del bicentenario de la muerte de Newton. Publicado en el volumen 15 de la revista alemana *Die Naturwissenschaften*, 1927.

Hace doscientos años moría Isaac Newton. En este momento nos sentimos obligados a recordar a este brillante genio, que ha determinado el curso del pensamiento y la investigación en Occidente como nadie lo había hecho antes ni nadie lo ha hecho después. No sólo fue genial como inventor de ciertos métodos claves, sino que poseyó una maestría única sobre el material empírico conocido en sus días y también fue dueño de una maravillosa inventiva en lo que se refiere a métodos de demostración matemáticos y físicos. Por todos estos motivos Newton merece nuestro más profundo respeto. No obstante, su figura tiene una importancia mayor que la que sus cualidades le podían haber acordado porque el destino le situó en un punto crucial en la historia de la civilización. Para comprenderlo de mane-

ra clara, hemos de tomar en cuenta que antes de Newton no existía un sistema completo de causalidad física, capaz de representar cualquiera de las características profundas del mundo empírico.

Sin duda, los grandes materialistas de la antigua Grecia habían insistido en que todos los sucesos materiales pueden explicarse por el movimiento estrictamente regulado de los átomos, sin admitir como una causa independiente la voluntad de ninguna criatura viva. Y sin duda, a su modo, Descartes había recogido una vez más esa tradición. Pero sólo se trataba de una ambición audaz, del ideal problemático de una escuela de filósofos. Unos resultados objetivos que permitieran creer en la existencia de una cadena completa de causalidad física apenas existieron antes de Newton.

La finalidad de Newton estribaba en responder a esta pregunta: ¿existe alguna regla simple por la que sea posible calcular por completo los movimientos de los cuerpos celestes en nuestro sistema planetario, si se conoce, en un determinado momento, su estado dinámico? Newton sólo tenía ante sí las leyes empíricas de Kepler sobre el movimiento planetario, deducidas de las observaciones de Tycho Brahe, y esas leyes exigían explicación. Hoy todos sabemos qué prodigiosa habilidad fue necesaria para descubrir estas leyes a partir de las órbitas fijadas de modo empírico. Pero son pocos los que se detienen a reflexionar acerca del brillante método gracias al cual Kepler dedujo las órbitas reales a partir de la observación de las aparentes, es decir, a partir de los movimientos tal como eran observados desde la Tierra. Es bien cierto que estas leyes brindaron una respuesta completa a la pregunta de *cómo* se mueven los planetas en torno al sol: la forma elíptica de la órbita, igualdad de las áreas recorridas por los radios en tiempos iguales, la relación entre los semi-ejes mayores y los períodos de revolución. Pero estas normas no aportan una explicación causal. Son tres reglas lógicamente independientes que no revelan ninguna conexión interna entre sí. La tercera ley no puede ser simplemente transferida, en términos cuantitativos, a otros cuerpos centrales que no sean el sol (por ejemplo, no existe relación entre el período de revolución de un planeta en torno al sol y el de la luna alrededor de su planeta). Sin embargo, lo más importante es lo siguiente: estas leyes se refieren al movimiento como conjunto y no a la manera en que el estado dinámico de un sistema da origen al estado dinámico inmediatamente posterior. Ahora podríamos decir que estas son leyes integrales y no leyes diferenciales.

La ley diferencial es la única forma que brinda completa satisfacción a las exigencias de causalidad del físico moderno. La clara concepción de la ley diferencial es uno de los más grandes logros intelectuales de Newton. No se necesitaba tan sólo este concepto, sino también un formalismo matemático, que tenía ya una existencia rudimentaria, pero debía adquirir una forma sistemática. Newton la halló en el ámbito del cálculo diferencial e integral. No es imprescindible que nos detengamos aquí en el problema de si Leibnitz recurrió o no a los mismos métodos, independientemente de Newton. En cualquier caso, era por completo necesario que Newton los perfeccionara, toda vez que sólo así podía expresar sus ideas.

Galileo ya había avanzado brillantemente hacia el conocimiento de las leyes del movimiento; había descubierto las leyes de inercia y la ley de caída libre de los cuerpos en el campo gravitatorio de la Tierra, es decir, que una masa (con mayor precisión, un punto material) que no esté afectada por otras masas se mueve de manera uniforme y en línea recta. La velocidad vertical de un cuerpo libre en el campo gravitatorio aumenta proporcionalmente con el tiempo. Es posible que hoy nos parezca muy pequeña la distancia que separa los descubrimientos de Galileo de las leyes del movimiento de Newton. Pero ha de tenerse en cuenta que las dos proposiciones anteriores están formuladas de manera tal que se refieren al movimiento como un todo, en tanto que las leyes del movimiento de Newton proporcionan una respuesta a la siguiente pregunta: ¿cómo cambia, en un tiempo infinitamente breve, el estado dinámico de un punto material bajo la influencia de una fuerza externa? Sólo al considerar lo que ocurría durante un tiempo infinitamente breve (ley diferencial), pudo Newton llegar a la formulación de leyes válidas para cualquier tipo de movimiento. Tomó el concepto de fuerza de la estática, que ya había alcanzado un nivel muy alto de desarrollo. Estuvo en condiciones de conectar fuerza y aceleración sólo al introducir el nuevo concepto de masa que, por extraño que parezca, se basaba en una definición ilusoria. Hoy estamos tan habituados a formar conceptos que corresponden a cocientes diferenciales, que apenas si somos capaces de llegar a comprender qué enorme poder de abstracción era necesario para obtener la ley diferencial general del movimiento mediante un doble proceso al límite, en el curso del cual debía inventarse por añadidura el concepto de masa.

Pero aún estaba muy lejano el instante en que se alcanzaría una concepción causal de movimiento. Porque el movimiento sólo era determinado por su ecuación en los casos en que se conocía la fuerza. Sin duda inspirado por las leyes de los movimientos planetarios, Newton concibió la idea de que la fuerza que opera sobre una masa está determinada por la posición de todas las masas situadas a una distancia lo suficientemente pequeña de la masa en cuestión. Sólo se llegaría a la formulación de una concepción completamente causal del movimiento al establecer dicha conexión. Es bien conocida la forma en que Newton, a partir de las leyes de Kepler referidas al movimiento de los planetas, investigó la gravitación y llegó a descubrir que las fuerzas motrices que actúan sobre los astros y la gravedad son de igual naturaleza. La combinación

Ley del movimiento + Ley de atracción

es lo que constituye esa maravillosa construcción intelectual que permite el cálculo de los estados pasados y futuros de un sistema, a partir de su estado en un momento particular, en la medida en que los hechos se produzcan bajo la influencia única de la fuerza de la gravedad. La completud lógica del sistema conceptual de Newton estriba en que las únicas causas de la aceleración de las masas de un sistema son las propias masas.

Sobre la base que hemos brevemente esbozado aquí, Newton logró explicar los movimientos de los planetas, lunas y cometas hasta en sus menores detalles, así como las mareas y el movimiento de la Tierra que origina la precesión de los equinoccios: una proeza deductiva de extraordinaria magnificencia. Tuvo que haber sido muy impresionante descubrir que la causa del movimiento de los cuerpos celestes es idéntica a la gravedad, con la que todos estamos tan familiarizados en la vida cotidiana.

Pero la importancia de la obra de Newton no se reduce al hecho de haber creado una base útil y lógicamente satisfactoria de la mecánica. Hasta fines del siglo XIX, esos descubrimientos fueron parte del programa de todo investigador en el campo de la física teórica. Todos los fenómenos físicos debían ser referidos a masas sujetas a las leyes del movimiento descubiertas por Newton. La ley de la fuerza debía ser simplemente extendida y adaptada al tipo de fenómeno que se fuera a estudiar. El mismo Newton trató de aplicar

este programa a la óptica, suponiendo que la luz está compuesta por corpúsculos inertes. Incluso la teoría ondulatoria ha hecho uso de la ley del movimiento de Newton, aplicándola a masas distribuidas continuamente. Las ecuaciones del movimiento de Newton fueron la base única de la teoría cinética del calor que, si por una parte preparó a la gente para el descubrimiento de la ley de la conservación de la energía, por otra condujo a una teoría de los gases que ha sido posteriormente confirmada hasta su último detalle y, por fin, nos ha permitido una visión más profunda de la naturaleza de la segunda ley de la termodinámica.

El desarrollo de la electricidad y el magnetismo ha seguido hasta los tiempos modernos las indicaciones newtonianas (sustancia eléctrica y magnética, fuerzas que actúan a distancia). Incluso la revolución que propiciaron Faraday y Maxwell en la electrodinámica y la óptica, y que ha constituido el primer gran avance fundamental en la física teórica después de Newton, se originó por completo a la sombra de las ideas de Newton. Maxwell, Boltzmann y Lord Kelvin jamás dejaron de referir los campos electromagnéticos y sus interacciones dinámicas a la acción mecánica de hipotéticas masas de distribución continua. No obstante, como resultado de la falta de éxito, o de la falta de éxitos visibles como coronación de todos aquellos esfuerzos, a partir de fines del siglo XIX se produjo un cambio en nuestras nociones fundamentales. La física teórica ha sobrepasado el marco newtoniano que le había otorgado estabilidad y había servido de guía intelectual a la ciencia durante casi doscientos años.

Los principios fundamentales de Newton eran tan satisfactorios desde el punto de vista lógico que el estímulo necesario para revisarlos sólo pudo nacer de los hechos empíricos. Antes de proseguir, quiero insistir en que Newton conocía las debilidades de su edificio intelectual mejor que las generaciones de científicos que le siguieron. Este hecho siempre ha provocado mi más profunda admiración y por ello querría ahora demorarme en este tema por unos momentos.

I. Son evidentes los esfuerzos de Newton por representar su sistema como necesariamente condicionado por la experiencia y por introducir el menor número posible de conceptos no directamente referidos a objetos empíricos. A pesar de esto, establecería los conceptos de espacio absoluto y tiempo absoluto, cosa por la que a menudo ha sido criticado en estos últimos años. Pero en este punto Newton es particularmente consistente. Había comprendido que las

cantidades geométricas observables (distancias entre puntos materiales) y su curso en el tiempo no caracterizan por completo el movimiento en sus aspectos físicos, tal como demostró con su famoso experimento del cubo de agua rotatorio. Por ello, además de las masas y sus distancias, debe de existir algo más que determina el movimiento. Newton consideró que ese «algo» debía ser la relación con el «espacio absoluto»; sabía que el espacio debe poseer una especie de realidad física si sus leyes del movimiento poseen algún significado, una realidad de la misma clase que la de los puntos materiales y sus distancias.

Comprender a fondo todo esto nos llevará a advertir la sabiduría de Newton y, al mismo tiempo, el lado débil de su teoría, cuya estructura lógica sería más satisfactoria, sin duda, si pudiera prescindir de este concepto tan vago; en tal caso, sólo los conceptos relacionados de manera más clara con la percepción (puntos de masa, distancias) entrarían en sus leyes.

II. La introducción de fuerzas que actúan en forma directa e instantánea a distancia para representar los efectos de la gravedad, no concuerdan con la mayoría de los procesos que nos son familiares en la vida cotidiana. Newton confronta esta objeción señalando el hecho de que su ley de la interacción gravitatoria no constituye una explicación final, sino una regla derivada de la experiencia por un proceso de inducción.

III. La teoría de Newton no proporciona ninguna explicación para el curioso hecho de que el peso y la inercia de un cuerpo están determinados por la misma magnitud (su masa). Aunque el propio Newton había reparado en la peculiaridad de este hecho.

Ninguno de estos tres puntos puede clasificarse como una objeción lógica a la teoría. En cierto sentido, sólo significan unos deseos insatisfechos de la mente científica, en su lucha por una visión conceptual uniforme y completa de los fenómenos naturales.

Considerada como un programa de todo el conjunto de la física teórica, la teoría del movimiento de Newton recibió su primer golpe de la teoría de la electricidad de Maxwell. Se había llegado a comprender con claridad que las interacciones eléctricas y magnéticas entre los cuerpos no eran debidas a fuerzas que operaran de modo instantáneo y a distancia, sino a procesos que se propagan a través del espacio a una velocidad finita. Junto con el punto de masa y su movimiento, aquí surgió, de acuerdo con el concepto de Faraday,

una nueva especie de realidad física, es decir, «el campo». En una primera instancia, bajo la influencia del punto de vista de la mecánica se intentó interpretar el campo como un estado mecánico (de movimiento o tensión) de un medio hipotético (el éter) que llena el espacio. Pero cuando esta interpretación no resultó adecuada, a pesar de los más obstinados esfuerzos, se fue gradualmente adoptando la idea de considerar que el «campo electromagnético» es el elemento final irreductible de la realidad física. Debemos agradecer a H. Hertz por haber liberado definitivamente el concepto de campo de todos los impedimentos derivados del arsenal conceptual de la mecánica, y a H. A. Lorentz por liberarlo de su sustrato material. De acuerdo con este último, el único sustrato del campo es el espacio físico vacío (o éter), que incluso en la mecánica de Newton no estaba desprovisto de toda función física. Llegados a este punto, nadie creía ya en la acción inmediata a distancia ni siquiera en la esfera de la gravitación, aunque ninguna teoría de campo de esta última estaba perfilada con claridad, en razón de la carencia de un conocimiento empírico suficiente. El desarrollo de la teoría del campo electromagnético —una vez que fueron abandonadas las hipótesis de Newton de las fuerzas actuando a distancia— condujo también al intento de explicar las leyes newtonianas del movimiento a través de electromagnetismo o bien reemplazarlas por otras más precisas, basadas en la teoría de campos. A pesar de que estos esfuerzos no alcanzaron un éxito completo, los conceptos fundamentales de la mecánica dejaron de ser considerados como los elementos fundamentales del cosmos físico.

La teoría de Maxwell y Lorentz condujo en forma inevitable a la teoría de la relatividad restringida que, al abandonar la noción de absoluta simultaneidad, excluía la existencia de fuerzas que actúan instantáneamente a distancia. Se deduce de esta teoría que la masa no es una magnitud constante, sino que depende de (en rigor, es equivalente a) la cantidad de energía. También demostró esta teoría que las leyes del movimiento de Newton sólo eran válidas para pequeñas velocidades; en su lugar, estableció una nueva ley del movimiento en la cual la velocidad de la luz en el vacío aparece como velocidad límite.

La teoría de la relatividad general constituyó el último paso en el desarrollo del programa de la teoría de campos. Desde el punto de vista cuantitativo, sólo modifica la teoría de Newton en forma míni-

ma, pero desde el punto de vista cualitativo, en cambio, la modificación es profunda. La inercia, la gravitación y el comportamiento métrico de los cuerpos y relojes fueron reducidos a una única cualidad del campo. Dicho campo, a su vez, fue definido como dependiente de los cuerpos (generalización de la ley de la gravedad de Newton, o mejor aún, de la ley de campo que corresponde a ella, tal como la formulara Poisson). El espacio y el tiempo quedaban, pues, despojados no de su realidad, sino de su capacidad causal absoluta —es decir, que pasaron de ser afectantes a afectados— que Newton se había visto obligado a atribuirles para poder formular las leyes conocidas entonces. La ley generalizada de la inercia asume la función de la ley newtoniana del movimiento. Esta breve sinopsis es bastante para mostrar que los elementos de la teoría de Newton pasaron a la teoría de la relatividad general, con lo que los tres defectos que antes he mencionado quedaron salvados. Al parecer, dentro del esquema de la teoría de la relatividad general, las leyes del movimiento pueden ser deducidas de las leyes de campo correspondientes a la ley newtoniana de fuerzas. Sólo cuando se haya alcanzado por completo este objetivo será posible hablar de una teoría de campos pura.

En un sentido más formal, también la mecánica de Newton ha preparado el camino para la teoría de campos. La aplicación de la mecánica de Newton a las masas distribuidas de manera continua llevaba inevitablemente al descubrimiento y aplicación de las ecuaciones diferenciales parciales, que a su vez proporcionaron por primera vez el lenguaje para enunciar las leyes de la teoría de campos. En este sentido formal, la concepción de Newton acerca de la ley diferencial constituye el primer paso decisivo en el desarrollo posterior.

Toda la evolución de nuestras ideas acerca de los procesos de la naturaleza —los que hasta el presente nos han preocupado— puede ser considerada como un desarrollo orgánico del pensamiento de Newton. No obstante, en pleno proceso de perfeccionamiento de la teoría de campos, la radiación térmica, los espectros, la radiactividad, etcétera, revelaron los límites de aplicabilidad de este sistema conceptual, límites que todavía hoy nos parecen imposibles de superar, a pesar de los muchos éxitos obtenidos. No son pocos los físicos que sostienen —y esgrimen argumentos de peso en su favor— que ante estos hechos se ha derrumbado no sólo la ley diferencial, sino también la misma ley de causación, que hasta el presente ha sido el postulado básico final de las ciencias de la naturaleza. Incluso se

ha negado la posibilidad de una construcción espacio-temporal, que pueda ser coordinada sin ambigüedades con los fenómenos físicos. A primera vista parece difícil deducir de la teoría de campos, que opera con ecuaciones diferenciales, un sistema mecánico con sólo valores discretos o estados de energía, como lo demuestra la experiencia. El método de Broglie-Schrödinger, que en cierto sentido tiene el carácter de una teoría de campos, deduce ciertamente la existencia exclusiva de estados discretos, en sorprendente acuerdo con los hechos empíricos, sobre la base de ecuaciones diferenciales que utilizan un tipo de argumento de resonancia, aunque esto exija renunciar a la localización de las partículas y a leyes estrictamente causales. ¿Quién podría tener hoy la presunción de decidir que han de ser definitivamente abandonadas la ley de causación y la ley diferencial, primeras premisas en la visión newtoniana de la naturaleza?

Sobre la verdad científica

Respuestas a las preguntas de un investigador japonés. Publicadas en *Gelegentliches*, 1929, publicación que apareció en una edición limitada con motivo de los cincuenta años de Einstein.

I. Es difícil adjudicar una significación exacta a la expresión «verdad científica». Bien se sabe que el significado de la palabra «verdad» varía según nos enfrentemos con un hecho de la experiencia, un postulado matemático o una teoría científica. La frase «verdad religiosa» tampoco me aporta ningún significado claro.

II. La investigación científica puede reducir la superstición, al estimular a la gente a que piense y considere las cosas en términos de causas y efectos. Es verdad que, detrás de todo trabajo científico de elevado nivel, subyace una convicción —cercana al sentimiento religioso— de la racionalidad o inteligibilidad del mundo.

III. Dentro de esta firme creencia, una creencia que está unida a un profundo sentimiento de la existencia de una mente superior que se revela en el mundo de la experiencia, se arraiga mi concepción de Dios. En un lenguaje corriente esto podría describirse como «panteísmo» (Spinoza).

IV. Las tradiciones confesionales sólo me interesan desde un punto de vista histórico y psicológico; para mí no llegan a tener ninguna otra significación.

Johannes Kepler

En ocasión del tricentenario de la muerte de Kepler. Publicado en el *Frankfurter Zeitung* (Alemania), el 9 de noviembre de 1930.

En tiempos de ansiedad e incertidumbre como los nuestros, cuando tan difícil es sentir satisfacción por el curso de la humanidad, resulta particularmente consolador pensar en un hombre tan excepcional y sereno como Kepler. Johannes Kepler vivió en una época en la que aún no se consideraba seguro el reino de la ley en la naturaleza. La profundidad de su fe en la existencia de una ley natural ha de haberle brindado la fuerza necesaria para dedicar décadas de duro y paciente trabajo a la investigación empírica de los movimientos planetarios y de las leyes matemáticas de esos movimientos; todo ello, sin ningún apoyo y con la comprensión de pocos. Si hemos de honrar dignamente su memoria, tendremos que describir de la manera más clara su prohlema y las etapas necesarias para su solución.

Copérnico había abierto los ojos de los más inteligentes al hecho de que la mejor manera de lograr una clara comprensión de los movimientos aparentes de los planetas en el cielo era interpretarlos como movimientos en torno al sol, al que concebía como un cuerpo inmóvil. Si los planetas se hubieran desplazado de modo uniforme, en círculo en torno al sol, hubiera sido comparativamente fácil descubrir qué aspecto debían tener estos movimientos vistos desde la Tierra. Sin embargo, como estos fenómenos son mucho más complejos, la tarea resultaba mucho más ardua. En primer lugar, había que determinar los movimientos empíricamente a partir de las observaciones de Tycho Brahe. Sólo entonces podía pensarse en el descubrimiento de leyes generales acordes con esos movimientos.

Constituía una tarea de extraordinaria dificultad determinar los verdaderos movimientos en torno al sol; para percatarnos de esto con exactitud, debemos comprender que nunca se ve la posición verdadera de un planeta en un momento determinado, y que sólo se advierte en qué dirección puede ser visto en ese momento desde la Tierra, que también se está moviendo en torno al sol, de una manera desconocida. Las dificultades parecían, pues, insuperables.

Kepler tenía que descubrir un método por el cual se pudiera poner orden en semejante caos. Desde el primer momento advirtió que era necesario, antes que nada, determinar el movimiento de

la propia Tierra. Esto habría resultado sencillamente imposible si sólo hubiera existido el Sol, la Tierra, las estrellas fijas y ningún otro planeta. En tal caso, por la vía empírica, sólo se hubiera podido determinar el cambio de dirección de la línea recta Sol-Tierra durante el curso del año (movimiento aparente del Sol con respecto a las estrellas fijas). De esta forma, fue posible descubrir que las direcciones Sol-Tierra eran todas trazables dentro de un plano estacionario con referencia a las estrellas fijas, al menos según las observaciones de aquellos tiempos en que no existían los telescopios. De esta misma manera también se pudo determinar de qué modo la línea Sol-Tierra gira en torno al Sol. Se comprobó que la velocidad angular de este movimiento varía en forma regular a lo largo del transcurso del año. Pero esto no servía de mucho, toda vez que por entonces se ignoraba en cuánto se altera la distancia entre la Tierra y el Sol en el curso del año. Sólo cuando estos cambios fueron conocidos se pudo determinar la verdadera forma de la órbita de la Tierra y del recorrido de este planeta.

Kepler halló una maravillosa forma de solucionar este problema. En primer lugar, de sus observaciones del Sol dedujo que la aparente trayectoria solar con respecto a las estrellas fijas cambiaba de velocidad en las distintas épocas del año, pero que la velocidad de ese movimiento era siempre la misma en el mismo momento del año astronómico y, por consiguiente, que la velocidad de rotación de la recta Tierra-Sol era siempre la misma cuando apuntaba a la misma zona de las estrellas fijas. Es decir, que resultaba lícito suponer que la órbita de la Tierra era cerrada y descrita por nuestro planeta del mismo modo cada año, cosa que de ningún modo era evidente *a priori*. Para quienes se adherían al sistema de Copérnico esta explicación debía aplicarse con toda seguridad a las órbitas del resto de los planetas.

Lo cual, sin duda, fue una gran simplificación. ¿Pero cómo determinar la verdadera forma de la órbita de la Tierra? Imaginemos una linterna, *M*, encendida, y brillando en algún punto del plano de la órbita. Supongamos que sabemos que esta linterna permanece permanentemente en su lugar y que, de ese modo, constituye una especie de punto de triangulación para determinar la órbita de la Tierra, un punto que los habitantes de la Tierra pueden observar en cualquier momento del año. Y también supongamos que esta linterna *M* está más lejos del Sol que de la Tierra. Con la ayuda de este

punto, era posible determinar la órbita de la Tierra de la siguiente manera:

En primer término, cada año llega un momento en que la Tierra *T* pasa exactamente por la línea que une el Sol *S* y la linterna *M*. Si en ese momento miramos desde la Tierra, *T,* hacia la linterna *M*, nuestra línea de visión coincidirá con la línea SM (Sol-linterna). Supongamos que esta última está visible en el firmamento. Ahora imaginemos la Tierra en una posición diferente y en un momento diferente. Dado que el sol *S* y la linterna *M* pueden ser vistos desde la Tierra, el ángulo *T* del triángulo *STM* es conocido. Pero también conocemos la dirección de *ST* en relación con las estrellas fijas, a través de observaciones solares directas, en tanto que la dirección de la línea *SM* en relación con las estrellas fijas ha sido previamente obtenida en forma definitiva. En el triángulo *STM,* también nos es conocido el ángulo *S*. Por lo tanto, con la base *SM* arbitrariamente dibujada sobre un trozo de papel, en virtud de nuestro conocimiento de los ángulos de los vértices *T* y *S*, podemos construir el triángulo *STM*. Debemos hacer esto mismo en varias ocasiones durante el año; cada vez obtendremos una posición de la Tierra, *T,* con su correspondiente fecha y una determinada posición con respecto a la base *SM* permanentemente fija. La órbita de la Tierra quedará, así, determinada de manera empírica, dejando de lado su tamaño absoluto, desde luego.

Sin duda, habrá quien pregunte: ¿pero de dónde podía sacar Kepler esa linterna *M*? Su genio y naturaleza —benévola en este caso— se la proporcionaron. Por ejemplo, allí estaba el planeta Marte y la duración del año marciano (o sea, una rotación del planeta en torno al Sol) era conocida. En cierto punto, puede ocurrir que el Sol, la Tierra y Marte se hallen casi en una línea recta. Esta posición de Marte se repite con regularidad después de uno, dos, y más años marcianos, porque Marte se mueve en una órbita cerrada. En esos momentos conocidos, pues, *SM* siempre presenta la misma base, en tanto que la Tierra siempre está en un punto diferente en su órbita. Las observaciones del Sol y de Marte en esos momentos constituyen así un medio para determinar la verdadera órbita de la Tierra, en vista de que Marte juega en esos momentos el papel de nuestra linterna imaginaria. De esta manera Kepler descubrió la verdadera forma de la órbita de la Tierra y el modo en que la Tierra la describe, y nosotros, los que hemos venido detrás de él —europeos, alemanes o suavos—, debemos admirarle y rendirle honores.

Una vez que la órbita de la Tierra ha sido empíricamente determinada, conocida la verdadera posición y longitud de la línea *ST* en cualquier momento, ya no le resulta a Kepler tan terriblemente difícil calcular las órbitas y movimientos del resto de los planetas a partir de la observación. No obstante, se trataba de una inmensa tarea, en especial si se considera el desarrollo de la matemática en esos tiempos.

Así se iniciaría la segunda parte, y no la menos ardua, de la vida de investigador de Kepler. Las órbitas eran empíricamente conocidas, pero sus leyes debían ser deducidas de los datos empíricos. En primer lugar tenía que conjeturar la naturaleza matemática de la curva descrita por la órbita y después contrastarla con un inmenso número de datos. Si este intento fallaba, era preciso plantear una nueva hipótesis y verificarla de nuevo. Después de una vasta investigación, se comprobó que la conjetura de que la órbita era una elipse con el Sol en uno de sus focos era la adecuada. Kepler también descubrió la ley de la variación de la velocidad a lo largo de cada revolución, según la cual la línea Sol-planeta recorre áreas iguales en iguales períodos de tiempo. Por fin, descubrió asimismo que los cuadrados de los períodos de revolución en torno al Sol son proporcionales a las terceras potencias de los ejes mayores de las elipses.

Nuestra admiración por este hombre está acompañada por otro sentimiento de admiración y respeto producido no por un hombre, sino por la misteriosa armonía de la naturaleza dentro de la cual hemos nacido. Los antiguos ya habían ideado las regularidades más simples. Entre estas, junto a la recta y a la circunferencia, las más importantes eran la elipse y la hipérbola. Estas dos últimas las vemos realizadas —o muy poco menos— en las órbitas de los cuerpos celestes.

Al parecer, la mente humana ha de construir primero las formas de modo independiente, para luego poder hallarlas en las cosas. Las verdaderas proezas de Kepler son un ejemplo magnífico de esta aserción: el conocimiento no puede surgir de la experiencia tan sólo, sino de la comparación de las invenciones del intelecto con los hechos observados.

La influencia de Maxwell en la evolución de la idea de la realidad física

En ocasión del centenario del nacimiento de Maxwell. Publicado en 1931, en *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume*, Cambridge University Press.

La creencia en un mundo exterior, independiente del sujeto perceptor, es la base de toda la ciencia natural. No obstante, dado que la percepción sensorial sólo brinda una información indirecta de ese mundo exterior o «realidad física», únicamente podemos captar a esta última por medios especulativos. De aquí se concluye que nuestras nociones de la realidad física nunca podrán ser definitivas. Debemos estar siempre preparados para cambiar esas nociones —es decir, la base axiomática de la física— para mantener una relación adecuada con los hechos percibidos, de la manera más lógicamente perfecta. Por cierto que una mirada al desarrollo de la física nos muestra que esta ciencia ha pasado por cambios profundos a lo largo del tiempo.

El cambio mayor en la base axiomática de la física —en otras palabras: de nuestra concepción de la estructura de la realidad—, desde el momento en que Newton sentara las bases de la física teórica, fue provocado por los trabajos de Faraday y Maxwell en el campo de los fenómenos electromagnéticos. Trataremos de explicarlo en las siguientes líneas, manteniendo a la vista tanto los desarrollos iniciales como los posteriores.

Según el sistema de Newton, la realidad física se caracteriza por los conceptos de espacio, tiempo, punto material y fuerza (acción recíproca de los puntos materiales). Los fenómenos físicos, según el punto de vista de Newton, deben ser considerados como movimientos, gobernados por leyes fijas, de puntos materiales en el espacio. El punto material es nuestro único modo de representar la realidad cuando nos enfrentamos con cambios que se producen en ella; es el representante solitario de lo real, en la medida en que lo real es capaz de cambiar. Los cuerpos perceptibles son el origen evidente del concepto de punto material; este, por lo común, es concebido como análogo a los cuerpos móviles, a los que se despoja de las características de extensión, forma, orientación en el espacio y de todas las cualidades «internas» y se les concede tan sólo la inercia y la trasla-

ción, añadiendo el concepto de fuerza. Los cuerpos materiales, que psicológicamente nos condujeron a la formación de nuestro concepto del «punto material», deben ser considerados, en sí mismos, como sistemas de puntos materiales. Hay que subrayar que este esquema teórico es, en esencia, un esquema atomístico y mecánico. Todos los hechos debían ser interpretados de una manera puramente mecánica, es decir, como movimientos de puntos materiales según las leyes newtonianas del movimiento.

El aspecto menos satisfactorio de este sistema —aparte de las dificultades ínsitas en el concepto de «espacio absoluto», que hace muy poco se han planteado una vez más— está en su descripción de la luz, que Newton también concibió como compuesta por puntos materiales, de acuerdo con su sistema. Ya en el momento en que se planteara la teoría inquietaba la cuestión acerca de lo que ocurría con los puntos materiales que componen la luz, en el caso de que la luz fuera absorbida. Por otra parte, es sin duda poco satisfactorio introducir en la discusión puntos materiales de naturaleza muy distinta, como los que deben ser utilizados para la representación de la materia ponderable y de luz. Más tarde, a estas dos clases se sumaron los corpúsculos eléctricos, con lo cual se constituía una tercera de características por completo diferentes. Por otra parte, constituía también una debilidad fundamental el hecho de que las fuerzas de acción recíproca, por las cuales se determinan los fenómenos, debieran suponerse hipotéticamente de una manera perfectamente arbitraria. Con todo, esa concepción de la realidad dio mucho de sí. ¿Cómo se llegó a tener la impresión de que había que abandonarla?

Con el fin de expresar matemáticamente su sistema, Newton tuvo que crear el concepto de cocientes diferenciales y expresar las leyes del movimiento en la forma de ecuaciones diferenciales totales: quizás el mayor avance intelectual realizado por una sola persona. Las ecuaciones diferenciales parciales no eran necesarias para estos fines, y tampoco Newton hizo un uso sistemático de ellas, pero fueron necesarias para la formulación de la mecánica de los cuerpos deformables. Esto está conectado con el hecho de que, en principio, no es importante, en estos problemas, la manera como se supone que los cuerpos están construidos a partir de los puntos materiales.

Así fue como la ecuación diferencial parcial entró en la física teórica como un elemento ancilar, aunque gradualmente se ha ido con-

virtiendo en soberana. Esto tuvo su inicio en el siglo XIX, al imponerse la teoría ondulatoria bajo la presión de los hechos observados. La luz en el espacio vacío fue explicada como un fenómeno ondulatorio del éter y por lo tanto parecía innecesario considerarla como un conglomerado de puntos materiales. En este momento, por primera vez, la ecuación diferencial parcial se mostró como la expresión natural de las realidades primarias de la física. En este ámbito particular de la física teórica, el campo continuo se convertía junto al punto material, en representante de la realidad física. Este dualismo persiste aún hoy, por muy molesto que resulte para cualquier mentalidad ordenada.

Aun cuando la idea de la realidad física había dejado de ser puramente atómica, continuaba siendo, de momento, puramente mecánica; en general, todavía se seguía intentando explicar todos los fenómenos como movimientos de masas inertes y, por cierto, ningún otro enfoque de los hechos parecía concebible. Se produce entonces el gran cambio, que para siempre estará asociado a los nombres de Faraday, Maxwell y Hertz. En esta revolución, la parte del león corresponde a Maxwell. Demostró que el conjunto de lo que por entonces era conocido acerca de la luz y de los fenómenos electromagnéticos se podía expresar mediante su conocido doble sistema de ecuaciones diferenciales parciales, en las que los campos eléctrico y magnético aparecen como las variables dependientes. Maxwell trató, por cierto, de explicar o justificar esas ecuaciones mediante la construcción de un modelo mecánico.

Construyó varios pero sin tomarse demasiado en serio ninguno de ellos, y al final quedaron las ecuaciones como lo esencial y las intensidades de campo como las entidades irreductibles. Hacia fines del siglo, la concepción del campo electromagnético como entidad última había sido aceptada de manera general y muchos científicos serios habían abandonado los intentos de dar una explicación mecánica a las ecuaciones de Maxwell. Y antes de que transcurriera mucho tiempo ocurrió, al contrario, que se intentaron explicar los puntos materiales y su inercia por medio de la teoría de campo de Maxwell; no obstante, este intento no alcanzó un éxito total.

Si dejamos a un lado los importantes resultados individuales que produjo la investigación de Maxwell a lo largo de toda su vida en importantes ámbitos de la física y si nos concentramos en los cambios que él aportara a la concepción de la naturaleza de la realidad físi-

ca, podemos decir lo siguiente: antes de Maxwell, los investigadores concebían la realidad física —en la medida en que se supone que representa los fenómenos naturales— como puntos materiales, cuyos cambios sólo consisten en movimientos que pueden formularse mediante ecuaciones diferenciales totales. Después de Maxwell, se concibió la realidad física como representada por campos continuos, que no podían ser explicados mecánicamente, que debían representarse mediante ecuaciones diferenciales parciales.

Este cambio en la concepción de la realidad es el más profundo y fructífero que se ha producido en la física desde los tiempos de Newton; con todo, debemos admitir al mismo tiempo, que el programa no ha sido desarrollado aún en todas sus partes. Los sistemas satisfactorios de la física que a partir de entonces se han desarrollado representan compromisos entre estos dos esquemas, que por esta misma razón ofrecen un carácter provisional, lógicamente incompleto, a pesar de que han facilitado grandes adelantos en algunos de los aspectos investigados.

En primer lugar, llama la atención el trabajo que realizara Lorentz para establecer su teoría de los electrones, en la cual el campo y los corpúsculos eléctricos se revelan como elementos de idéntico valor para la comprensión de la realidad. A continuación han surgido las teorías especial y general de la relatividad que, a pesar de estar basadas por completo en ideas que se conectan con la teoría de campo, hasta el presente parecen incapaces de evitar la introducción independiente de los puntos materiales de las ecuaciones diferenciales totales.

La última creación de la física teórica, y la de mayor éxito, es decir, la mecánica cuántica, difiere de manera fundamental tanto del esquema newtoniano como del esquema maxwelliano, si se nos permite el uso de estos neologismos en aras de la concisión. La diferencia estriba en que las magnitudes que figuran en las leyes de la teoría cuántica no pretenden describir la misma realidad física, sino tan sólo las probabilidades de que se produzca una determinada realidad física. Dirac, a quien en mi opinión debemos la exposición más perfecta —desde el punto de vista lógico— de esta teoría, señala con acierto que quizá sería difícil, por ejemplo, proporcionar una descripción teórica de un fotón tal que nos brindara la información necesaria para decidir si pasará por un polarizador situado (oblicuamente) en su camino, o no.

Todavía me siento proclive a sostener el criterio de que los físicos no se contentarán, a largo plazo, con este tipo de descripción indirecta de la realidad, aun cuando la teoría pueda ser adaptada al postulado de la relatividad general de una forma satisfactoria. Estoy seguro de que en esas circunstancias nos veremos obligados a volver a intentar la realización del programa que bien podría definirse como maxwelliano: la descripción de la realidad física en términos de campos que satisfagan, sin singularidades, a ecuaciones diferenciales parciales.

Sobre el método de la física teórica

Disertación Herbert Spencer, pronunciada en Oxford, el 10 de junio de 1933. Publicada en *Mein Weltbild*, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Si alguien quisiera averiguar algo acerca de los métodos que los físicos teóricos utilizan, tendrá que seguir al pie de la letra este consejo: no escuchar sus palabras, sino prestar total atención a lo que los investigadores hagan. Para quien es un descubridor en este campo, los productos de su imaginación se le presentan como tan necesarios y naturales que él mismo los considera —y querría que los demás los consideraran— como realidades dadas y no como creaciones del pensamiento.

Estas palabras casi parecen una invitación a que todos ustedes se marchen sin escuchar esta conferencia. Cada uno de ustedes bien se podrá decir a sí mismo que el conferenciante es un físico investigador y que, por lo tanto, tendría que dejar la reflexión sobre la estructura de la ciencia teórica en manos de los epistemólogos.

Ante tales críticas, puedo defenderme desde un punto de vista personal asegurando a ustedes que no se debe a mi propia iniciativa, sino a la gentil invitación de otras personas, mi presencia en esta sala, que hoy nos alberga para conmemorar a un hombre que luchó durante toda su vida, y con bravura, en bien de la unidad del conocimiento. No obstante, desde un punto de vista objetivo, mi empresa puede justificarse sobre la base de que, después de todo, bien podría ser de interés llegar a saber cómo ve su ciencia una persona que ha pasado su vida entregada a aclarar y perfeccionar sus fundamentos. La forma en que ese investigador vea la evolución pasada

y presente puede que dependa demasiado de lo que él espera del futuro y de lo que busca en el presente; pero ese es el destino inevitable de cualquier persona que se haya entregado con intensidad al trabajo, en el mundo de las ideas. Otro tanto le ocurre al historiador que, del mismo modo, aunque tal vez en forma inconsciente, agrupa los hechos reales en torno a ideales que se ha formulado a sí mismo acerca de la sociedad humana.

Arrojemos ahora una mirada al desarrollo del sistema teórico y prestemos una especial atención a las relaciones entre el contenido de la teoría y el conjunto de los hechos empíricos. En nuestro ámbito de trabajo, nos vemos afectados por la eterna antítesis entre los dos componentes inseparables de nuestro conocimiento: lo empírico y lo racional.

Reverenciamos a la antigua Grecia como cuna de la ciencia occidental. Allí, por primera vez, el mundo fue testigo del milagro de un sistema lógico que avanzaba paso a paso con tal precisión que cada una de sus proposiciones era absolutamente cierta: me refiero a la geometría de Euclides. Este admirable triunfo de la razón dio al intelecto humano la confianza en sí mismo necesaria para sus realizaciones posteriores. Si Euclides no ha logrado inflamar vuestro entusiasmo juvenil, esto significa que no habéis nacido para convertiros en pensador científico.

Pero antes de que la humanidad estuviera madura para una ciencia que abarca el conjunto de la realidad, era necesaria una segunda verdad fundamental, que sólo llegaría a ser propiedad común de todos los filósofos con el advenimiento de Kepler y Galileo. El puro pensamiento lógico no puede brindarnos ningún conocimiento del mundo empírico; todo conocimiento de la realidad comienza en la experiencia y desemboca en ella. Las leyes descubiertas mediante el uso de la lógica son completamente vacías en lo que respecta a la realidad. Galileo comprendió esto y lo proclamó a voz en cuello en el mundo científico, motivo por el cual se ha convertido en el padre de la física moderna y, por cierto, de toda la ciencia moderna.

Si la experiencia, pues, es el alfa y el omega de todo nuestro conocimiento de la realidad, ¿cuál es la función de la razón pura en la ciencia?

Un sistema completo de física teórica está compuesto por conceptos, por leyes fundamentales aplicables a esos conceptos y de las conclusiones alcanzables por deducción lógica. Y estas conclusiones deben corresponder con nuestra experiencia individual. En cual-

quier tratado teórico la deducción lógica de esas conclusiones ocupa casi toda la obra.

Esto es exactamente lo que ocurre en la geometría euclidiana, si bien en ella las leyes fundamentales son llamadas axiomas y no se plantea que las conclusiones deban corresponder a ninguna clase de experiencia. Sin embargo, si se toma la geometría euclidiana como la ciencia de las posibles relaciones mutuas de los cuerpos prácticamente rígidos en el espacio —es decir, si se la considera una ciencia física, sin salirse de su contenido original empírico—, la homogeneidad lógica de la geometría y de la física teórica se llega a advertir en toda su extensión.

Hemos visto, pues, cuáles son los puestos de la razón pura de la experiencia dentro de un sistema teórico de física. La estructura del sistema es resultado del trabajo de la razón; el contenido empírico y sus mutuas relaciones deben hallar su representación en las conclusiones de la teoría. En la posibilidad de tal representación está contenido el único valor y la justificación de todo el sistema, en especial la de los conceptos y principios fundamentales que lo sustentan. Más allá de esto, dichos principios fundamentales son invenciones libres del intelecto humano, que no pueden ser justificadas ni por la naturaleza de ese intelecto ni de ninguna otra manera apriorística.

Estos conceptos y postulados fundamentales, que no pueden ser reducidos lógicamente, forman la parte esencial de una teoría, un núcleo que la razón no alcanza a comprender. El objetivo principal de toda teoría es lograr que esos elementos irreductibles sean tan simples y tan pocos en cantidad como sea posible, sin tener que renunciar a la representación adecuada de ningún contenido empírico.

El panorama que aquí he delineado, del carácter puramente ficticio de los fundamentos de la teoría científica, no era el que prevalecía sin discusión durante los siglos XVIII y XIX. Pero en forma pausada e ininterrumpida hoy va ganando terreno: la distancia que en el pensamiento media entre, por una parte, los conceptos fundamentales y las leyes y, por la otra, las conclusiones que deben ser relacionadas con nuestras experiencias crece día a día, en la medida en que la estructura lógica se vuelve más simple, es decir, cuanto menor es el número de elementos conceptuales lógicamente independientes, considerados necesarios para sostener la estructura.

Newton, el primer creador de un sistema de vastos alcances y viable en el ámbito de la física teórica, creía aún que los conceptos y le-

yes básicos de su sistema podían ser derivados de la experiencia. Sin duda, ese es el significado de su conocida frase *hypotheses non fingo*.

En rigor, los conceptos de tiempo y espacio en esos momentos no parecían presentar dificultades. Los conceptos de masa, inercia y fuerza y las leyes sobre su interrelación parecían surgir de la experiencia en forma directa. Una vez que se ha aceptado esta base, la expresión para la fuerza gravitatoria parece derivable de la experiencia y es razonable esperar otro tanto con respecto a las demás fuerzas.

De la formulación de Newton podemos ver que el concepto de espacio absoluto, que incluye el de reposo absoluto, le producía una sensación poco confortable. Comprendía que en la experiencia no parecía existir nada que correspondiese a este último concepto. Tampoco estaba satisfecho por completo con la introducción de fuerzas que operan a distancia. Pero el tremendo éxito práctico de sus doctrinas bien pudo haber sido lo que impidió a él tanto como a los físicos de los siglos XVIII y XIX reconocer el carácter ficticio de los fundamentos de ese sistema.

Por el contrario, los filósofos naturales de aquellos días, en su mayoría, estaban poseídos por la idea de que los conceptos fundamentales y los postulados de la física no eran, en sentido lógico, libres invenciones de la mente humana y que eran deducibles a partir de la experiencia por «abstracción», es decir, por medios lógicos. Un completo reconocimiento del carácter erróneo de esta noción aparecería sólo con la teoría de la relatividad general, que demostró que, a partir de una base bien distinta de la newtoniana, es posible dar cuenta de una mayor cantidad de hechos empíricos. Pero más allá de la cuestión de la superioridad de uno u otro punto de partida, el carácter ficticio de los principios fundamentales es muy evidente, toda vez que podemos señalar dos principios esencialmente diferentes que concuerdan, ambos, ampliamente con la experiencia. Esto, a la vez, demuestra que todo intento de deducción lógica de los conceptos básicos y postulados de la mecánica a partir de las experiencias elementales está condenado al fracaso.

Si es verdad, pues, que la base axiomática de la física teórica no puede ser extraída de la experiencia y debe ser inventada con libertad, ¿podemos esperar que alguna vez hallemos el camino correcto? Y, lo que es más, ¿este camino correcto existe más allá de nuestras ilusiones? ¿Podemos confiar en que la experiencia sea una guía segura cuando existen teorías (tal como la mecánica clásica) que en

gran medida hacen justicia a la experiencia pero sin comprender los hechos en toda su profundidad? Sin ninguna vacilación responderé que, según mi opinión, existe un camino correcto y que nosotros somos capaces de hallarlo.

Hasta el momento presente nuestra experiencia nos autoriza a creer que la naturaleza es la realización de las ideas matemáticas más simples que se pueda concebir. Estoy convencido de que, por medio de construcciones puramente matemáticas, podemos descubrir los conceptos y las leyes que los conectan entre sí, que son los elementos que proporcionan la clave para la comprensión de los fenómenos naturales. La experiencia puede sugerir los conceptos matemáticos apropiados, pero estos, sin duda ninguna, no pueden ser deducidos de ella.

Por supuesto que la experiencia retiene su cualidad de criterio último de la utilidad física de una construcción matemática. Pero el principio creativo reside en la matemática. Por lo tanto, en cierto sentido, considero que el pensamiento puro puede captar la realidad, tal como los antiguos lo habían soñado.

Con el fin de justificar esta confianza, me veo compelido a utilizar un concepto matemático. El mundo físico es representado como un continuo de cuatro dimensiones. Si introduzco en él una métrica riemanniana y pregunto cuáles son las leyes más simples que esa métrica puede satisfacer, llegaré a la teoría relativista de la gravitación en el espacio vacío. Si en ese espacio supongo la existencia de un campo vectorial o de un campo tensorial antisimétrico que puede ser derivado de aquél y pregunto cuáles son las leyes más simples que ese campo puede satisfacer, llegaré a las ecuaciones de Maxwell para el espacio vacío.

En estos momentos carecemos aún de una teoría adecuada para esas partes del espacio en las que la densidad de la carga eléctrica no desaparece. De Broglie ha conjeturado la existencia de un campo ondulatorio, que sirvió para explicar, tiempo después, ciertas propiedades cuánticas de la materia. Dirac ha hallado en los spinors magnitudes de campo de un nuevo tipo, cuyas ecuaciones más simples nos autorizan en gran medida a deducir las propiedades del electrón. Después de esto, yo mismo, junto con mi colega el doctor Walter Mayer, he descubierto que esos spinors configuran un caso especial de un nuevo tipo de campo, matemáticamente conectado con el sistema cuatridimensional, al que hemos llamado «semivec-

tores». La ecuación más simple que esos semivectores pueden satisfacer proporciona una clave para la comprensión de la existencia de dos tipos de partículas elementales, de distinta masa ponderable y de igual pero opuesta carga eléctrica. Estos semivectores son, después de los vectores comunes, los campos matemáticos más simples que son posibles en un continuo métrico de cuatro dimensiones y, al parecer, describen, de un modo natural, ciertas propiedades esenciales de las partículas eléctricas.

Para nosotros, lo importante es observar que todas estas construcciones y las leyes que las conectan pueden ser alcanzadas por el método de buscar los conceptos matemáticamente más simples y el nexo entre ellos. Es en el limitado número de campos y de ecuaciones simples que pueden existir matemáticamente donde descansa la esperanza del teórico de captar lo real en toda su profundidad.

Entre tanto, el mayor inconveniente que se opone a una teoría de campos de esta clase reside en la concepción de la estructura atómica de la materia y la energía. Esto ocurre porque la teoría no es atómica en sus fundamentos, en la medida en que opera en forma exclusiva con funciones continuas del espacio, en contraste con la mecánica clásica, cuyo elemento más importante —el punto material— justifica por sí mismo la estructura atómica de la materia.

La moderna teoría cuántica en la forma caracterizada por de Broglie, Schrödinger y Dirac, que opera con funciones continuas, ha superado estas dificultades gracias a una atrevida interpretación que fue formulada, por primera vez, por Max Born. Según dicha interpretación, las funciones espaciales que aparecen en las ecuaciones no pretenden ser un modelo matemático de la estructura atómica. Esas funciones, se supone, sólo determinan las probabilidades matemáticas de hallar tales estructuras, si se han hecho las correspondientes mediciones en un punto particular en cierto estado dinámico.

Esta interpretación no admite objeciones desde el punto de vista lógico y tiene a su favor importantes éxitos. Sin embargo y por desdicha, obliga a utilizar un continuo con un número de dimensiones (cuatro) que la física hasta ahora no atribuye al espacio y que se eleva indefinidamente con el número de las partículas que constituyen el sistema considerado. No puedo menos que confesar que sólo confiero una importancia transitoria a esta interpretación. Aún creo que es posible un modelo de la realidad, o sea, una teoría que

represente las cosas en sí mismas y no tan sólo la probabilidad de su aparición.

Por otra parte, estoy seguro que debemos abandonar la idea de describir la localización completa de las partículas en un modelo teórico. Según mi punto de vista, esta es la secuela permanente del principio de incertidumbre de Heisenberg. Pero una teoría atómica en el verdadero sentido de la expresión (no meramente sobre la base de una interpretación), sin localización de las partículas en un modelo matemático, es perfectamente concebible. Por ejemplo, para fundamentar el carácter atómico de la electricidad, las ecuaciones de campo tan sólo deben conducir a las siguientes conclusiones: una región del espacio tridimensional, en cuyo contorno la densidad eléctrica desaparece en forma sistemática, siempre contiene una carga eléctrica total cuya dimensión está representada por un número entero. Por lo tanto, en una teoría del continuo las características atómicas se expresarían de una manera satisfactoria a través de leyes integrales sin determinar la localización de las entidades que constituyen la estructura atómica.

No consideraré resuelto el enigma cuántico hasta que una estructura atómica haya sido representada de esa manera.

El problema del espacio, el éter y el campo, en la física

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

El pensamiento científico es un desarrollo del pensamiento pre-científico. Toda vez que el concepto del espacio ya era fundamental para este, empezaremos con el concepto del espacio en el pensamiento pre-científico. Existen dos modos de considerar los conceptos, y ambos son indispensables para la comprensión. El primero es el análisis lógico, que responde a la pregunta: ¿en qué situación de dependencia mutua se encuentran los juicios y los conceptos? Al contestar, nos hallaremos en un terreno relativamente seguro: es la seguridad que tanto nos impresiona de la matemática. Pero esta certidumbre se obtiene al precio de la vaciedad de contenido. Los conceptos sólo pueden adquirir contenido cuando están conectados con la experiencia sensorial, aunque sea de una forma indirecta. Pero ninguna investigación lógica puede revelar esta conexión, que

únicamente puede advertirse a través de la experimentación. No obstante, esta conexión es la que determina el valor cognoscitivo de los sistemas conceptuales.

Analicemos un ejemplo. Supongamos que un arqueólogo de una cultura posterior a la nuestra descubre un texto que explica la geometría euclidiana sin figuras. El arqueólogo descubrirá cuál es el uso de las palabras «punto», «recta» o «plano» en los enunciados. También advertirá de qué manera cada uno de los conceptos es deducido del anterior. Incluso llegará a ser capaz de establecer nuevos enunciados de acuerdo con las reglas descubiertas. Pero la estructura de esos enunciados será un juego de palabras vacío, porque las expresiones «punto», «recta» o «plano» no significan nada para él. Tan sólo en el momento en que esas expresiones signifiquen algo, la geometría llegará a tener un contenido para ese hipotético arqueólogo. Otro tanto ocurriría con la mecánica analítica y con cualquier otra exposición de una ciencia lógicamente deductiva.

¿Qué quiere decir que expresiones o palabras como «recta», «punto» o «intersección» signifiquen algo? Quiere decir que con ellas se indican experiencias sensoriales a las que esas palabras están referidas. Este problema extra-lógico es el problema de la naturaleza de la geometría, que el arqueólogo podrá resolver de manera intuitiva tratando de encontrar en el conjunto de su experiencia algo que se corresponda con esos términos primarios de la teoría y de los axiomas formulados. Sólo en este sentido se puede proponer en forma razonable la cuestión de la naturaleza de una entidad descrita mediante conceptos.

Frente a nuestros conceptos pre-científicos estamos en una posición muy similar a la que ocupa nuestro arqueólogo con respecto al problema ontológico. Por así decirlo, hemos olvidado los rasgos del mundo de la experiencia que nos han inducido a estructurar esos conceptos y tenemos muchas dificultades para recordar el mundo de la experiencia sin los cristales de la interpretación conceptual establecida desde antiguo. La subsiguiente dificultad estriba en que nuestro lenguaje está obligado a operar con palabras que están inseparablemente conectadas con aquellos conceptos primitivos. Nos enfrentamos, pues, con estos obstáculos cuando intentamos describir la naturaleza del concepto pre-científico de espacio.

Antes de entregarnos al análisis del problema del espacio, he de señalar algo más acerca de los conceptos en general. Los conceptos tienen la experiencia sensorial como punto de referencia, pero, en un sentido lógico, jamás pueden ser deducidos a partir de ella. Por

este motivo, jamás me ha sido posible comprender la búsqueda de un *a priori* en el sentido kantiano. En cualquier problema ontológico nuestro único interés estará en descubrir, dentro del conjunto de las experiencias sensoriales, aquellas características a las cuales se refieren los conceptos.

Por lo que respecta al concepto de espacio, al parecer, este presupone el concepto de objeto material. La naturaleza de las complejas impresiones sensoriales que, posiblemente, son responsables de tal concepto ha sido descrita a menudo. La correspondencia entre ciertas impresiones visuales y táctiles, el hecho de que puedan ser seguidas a través del tiempo en forma continua y de que puedan ser repetidas en cualquier momento (tacto, vista) son algunas de sus características. A partir del momento en que el concepto de objeto material ha adquirido forma en conexión con las experiencias antes mencionadas —concepto que de ninguna manera presupone el de espacio o el de relación espacial—, el deseo de lograr una captación intelectual de las relaciones de esos objetos dará origen a conceptos que correspondan a las relaciones espaciales existentes entre ellos. Dos cuerpos sólidos pueden tocarse entre sí o estar distantes el uno del otro. En el segundo caso, un tercer cuerpo puede ser situado entre los dos primeros sin alterarlos de ninguna manera; en el primer caso, eso es imposible.

Estas relaciones espaciales son obviamente reales, tal como los objetos en sí mismos. Si dos cuerpos son equivalentes para llenar uno de esos espacios intermedios, también resultarán equivalentes para otros intervalos distintos. Así vemos que el intervalo es independiente del cuerpo elegido para llenarlo. Esto mismo es universalmente verdadero en lo que respecta a las relaciones espaciales. Es evidente que esta independencia que constituye una condición principal de la utilidad de establecer conceptos puramente geométricos, no es *a priori* necesaria. Según mi opinión, este concepto de intervalo, independiente del tipo de cuerpo que lo llene, es el punto de partida del concepto del espacio.

Por lo tanto, considerado desde el punto de vista de la experiencia sensorial, el desarrollo del concepto de espacio, después de estas breves indicaciones, parece estar referido al esquema: objeto material, relaciones espaciales de los objetos materiales, intervalo, espacio. Así considerado, el espacio se nos muestra como algo real, en el mismo sentido en que lo son los objetos materiales.

Está claro que el concepto de espacio como un algo real ya existía en el mundo conceptual extra-científico. Sin embargo, la matemática de Euclides no tenía conocimiento de este concepto como tal y se limitaba a los conceptos de objeto y de las relaciones espaciales entre objetos. El punto, el plano, la recta, el segmento, son objetos sólidos idealizados. Todas las relaciones espaciales se originan a partir del concepto de contacto (la intersección de rectas y planos, los puntos que están sobre una recta, etc.). El espacio como un continuo no aparece en ningún momento dentro del sistema conceptual. El concepto de espacio fue introducido por Descartes, al describir un punto en el espacio mediante sus coordenadas. Aquí, por primera vez, las figuras geométricas aparecen, en cierto modo, como partes de un espacio infinito, que es concebido como un continuo de tres dimensiones.

La gran superioridad del tratamiento cartesiano del espacio no está en absoluto limitada al hecho de que aplica el análisis con fines geométricos. Pero la cuestión fundamental estriba en lo siguiente: en sus descripciones geométricas, los griegos privilegiaron objetos particulares (la recta, el plano); otros objetos (por ejemplo, la elipse) sólo son accesibles para esa descripción a través de su construcción o definición con la ayuda del punto, la recta y el plano. Por otra parte, en el tratamiento cartesiano, todas las superficies, por ejemplo, aparecen en principio en un pie de igualdad, sin ninguna preferencia arbitraria para las estructuras lineales.

En la medida en que la geometría ha sido concebida como la ciencia de las leyes que gobiernan las relaciones espaciales mutuas de los cuerpos prácticamente rígidos, debe ser considerada como la rama más antigua de la física. Como ya lo he mencionado, esta ciencia ha sido capaz de avanzar sin disponer del concepto de espacio como tal: fueron suficientes para sus necesidades las formas corpóreas ideales, como el punto, la recta, el plano, el segmento. Por otra parte, el espacio como conjunto, tal como fuera concebido por Descartes, constituía una necesidad absoluta para la física newtoniana. Ya sabemos que la dinámica no puede trabajar sólo con los conceptos de punto de masa y de distancia variable entre puntos de masa. En las ecuaciones newtonianas del movimiento, el concepto de aceleración desempeña un papel fundamental, que no puede ser definido sólo por las distancias variables con el tiempo entre los puntos. La aceleración de Newton sólo puede concebirse o definirse

en relación con el espacio como un todo. Así hubo de agregarse a la realidad geométrica del concepto de espacio una nueva función determinadora de la inercia del espacio. Cuando Newton describía el espacio como absoluto, sin duda se refería a esta significación real del espacio, que le obligó a atribuirle un estado de movimiento definido, que todavía no estaba por completo determinado por los fenómenos de la mecánica. Este espacio era concebido como un absoluto también en otro sentido; su efecto inercial era concebido como autónomo, o sea, como no influenciable por ninguna clase de circunstancia física; el espacio, pues, afectaba a las masas, pero, por su parte, no era afectado por nada.

En las mentes de los físicos el espacio ha seguido siendo, hasta tiempos muy recientes, el receptáculo pasivo de todos los fenómenos, y que por sí mismo no participaba en los hechos físicos. Nuestro esquema de pensamiento sólo comenzó a tomar una nueva vertiente con la teoría ondulatoria de la luz y con la teoría del campo electromagnético de Faraday y Maxwell. A través de ellas se comprobó que existían en el espacio libre estados que se propagan en ondas, y asimismo campos localizados que eran capaces de ejercer fuerzas sobre masas eléctricas o polos magnéticos que se situaran en el punto exacto. En razón de que a los físicos del siglo XIX les hubiera resultado por completo absurdo atribuir funciones o estados físicos al espacio mismo, se inventó un medio que ocupaba todo el espacio, según el modelo de la materia ponderable: el éter, al que se consideraba como un vehículo de los fenómenos electromagnéticos y, por ende, también de los fenómenos luminosos. Los estados de este medio, que se suponían ser los de los campos electromagnéticos, en un primer momento fueron concebidos desde un punto de vista mecánico, sobre la base del modelo de las deformaciones elásticas de los cuerpos sólidos. Pero esta teoría mecánica del éter nunca obtuvo una aceptación total, y así se fue dejando de lado como interpretación detallada de la naturaleza de los campos etéreos. De este modo, el éter se convirtió en una especie de materia a la que se adjudicaba una única función: la de actuar como de sustrato de los campos eléctricos que por la índole de su naturaleza no resultaban analizables. El cuadro general era el que sigue: el espacio está invadido por el éter; en este flotan los corpúsculos materiales o átomos de la materia ponderable, cuya estructura atómica había sido firmemente establecida a finales de siglo.

En vista de que se suponía que la interacción de los cuerpos se realizaba a través de los campos, también debía existir un campo gravitatorio en el éter, cuya ley de campo no había tomado aún por entonces una forma clara. Se imaginaba que el éter era sólo asiento de todas las fuerzas que actúan en el espacio. La inercia también era vista como una acción de campo localizada en el éter, porque se había comprobado que las masas eléctricas en movimiento producen un campo magnético cuya energía proporciona un modelo de la inercia.

Hasta el gran descubrimiento de H. A. Lorentz, las propiedades mecánicas del éter constituían un misterio. Todos los fenómenos del electromagnetismo por entonces conocidos podían ser explicados sobre la base de dos supuestos; el primero afirma que el éter está firmemente fijado en el espacio, es decir, que no es capaz de ningún movimiento, y el segundo sostiene que la electricidad está firmemente fijada en las partículas elementales móviles. Hoy el descubrimiento de Lorentz puede ser expresado de la siguiente forma: el espacio físico y el éter son sólo términos diferentes para referirse a una misma cosa; los campos son los estados físicos del espacio. Si no es posible adjudicar al éter un estado de movimiento, no existe ningún motivo para introducirlo como una entidad especial junto al espacio. Pero los físicos estaban aún muy lejos de esa forma de pensar; para ellos el espacio seguía siendo algo rígido, homogéneo, incapaz de cambiar o de asumir estados distintos. Tan sólo el genio de Riemann, solitario e incomprendido, había marcado un camino, a mediados del siglo pasado, hacia una nueva concepción del espacio, en la cual este resultaba despojado de su rigidez y así se reconocía la posibilidad de su participación en los fenómenos físicos. Esta verdadera proeza intelectual es acreedora de nuestra admiración, muy en especial porque ha precedido a la teoría del campo eléctrico de Faraday y Maxwell. Más tarde surgió la teoría de la relatividad restringida, con su reconocimiento de la equivalencia física de todos los sistemas inerciales. El carácter inseparable del tiempo y el espacio emergió en conexión con la electrodinámica, con la ley de la propagación de la luz. Hasta entonces se había supuesto sin mayor análisis que el continuo cuatridimensional de los hechos puede ser dividido en tiempo y espacio de una manera objetiva, es decir, que se había adjudicado una significación absoluta al «ahora» en el mundo de los hechos. Con el descubrimiento de la relatividad de la simultanei-

dad, el tiempo y el espacio fueron fusionados en un único continuo, de un modo similar al empleado anteriormente para fusionar en un único continuo las tres dimensiones del espacio. Así, el espacio físico fue extendido a un espacio de cuatro dimensiones que también incluye la dimensión del tiempo. El espacio cuatridimensional de la teoría de la relatividad restringida es tan rígido y absoluto como lo fuera en su momento aquel espacio concebido por Newton.

La teoría de la relatividad constituye un excelente ejemplo del carácter fundamental del desarrollo moderno de la ciencia teórica. Las hipótesis iniciales se van haciendo cada vez más abstractas y más alejadas de la experiencia. Por otro lado, nos vamos acercando al gran objetivo de toda ciencia, que consiste en abarcar por deducción lógica el mayor número posible de hechos empíricos a partir del menor número de hipótesis o axiomas. Entre tanto, la cadena de pensamiento que procede desde los axiomas hacia los hechos empíricos o hacia las consecuencias verificables va alargándose y adquiere un carácter más sutil. En su búsqueda de una teoría, el científico teórico se ve compelido a guiarse, en grado creciente, por consideraciones puramente matemáticas, formales, porque la experiencia física del experimentador no puede conducirle hasta las más elevadas regiones de la abstracción. Los métodos predominantemente inductivos, apropiados para una etapa temprana de la ciencia, están dejando paso libre al tanteo deductivo. Una estructura teórica de este tipo necesita haber tenido una profunda elaboración antes de estar en condiciones de conducirnos a conclusiones que puedan ser comparadas con la experiencia. También en este caso el hecho observado es el árbitro supremo, aunque no podrá pronunciar sentencia hasta tanto no se haya construido un puente de intensa y sostenida actividad pensante para atravesar la amplia brecha que separa los axiomas de sus consecuencias verificables. El teórico habrá de emprender esta tarea hercúlea con la plena convicción de que sus esfuerzos sólo pueden estar destinados a asestar un golpe de muerte a su propia teoría. El teórico que emprenda esa labor no tendrá que ser acusado de «caprichoso», sino que, por el contrario, se le tendrá que garantizar su derecho a dar rienda suelta a su capricho, porque no existe otro camino hacia su objetivo. De todas maneras, su trabajo no será una ensoñación vana, sino una búsqueda de las posibilidades de mayor simplicidad lógica y de sus consecuencias. Este *captatio benevolentiae* era imprescindible para que el oyente o el

lector de estas palabras se sintiera más inclinado a seguir con atención el hilo argumental que se expondrá a continuación. Este hilo argumental es el que ha conducido desde la teoría de la relatividad restringida a la general y desde esta hasta su más reciente retoño, la teoría de campo unificado. En esta exposición no es posible evitar por completo la utilización de símbolos matemáticos.

En primer término, nos detendremos en el examen de la teoría de la relatividad restringida, una teoría que todavía está basada directamente en una ley empírica: la de la constancia de la velocidad de la luz. Consideremos que P es un punto en el espacio vacío y que P' es otro punto infinitamente cercano, a una distancia $d\sigma$. Supongamos que se emite un haz de luz desde P en el tiempo t y que llega a P' en un tiempo $t + dt$. Luego:

$$d\sigma^2 = c^2 dt^2 .$$

Si dx_1, dx_2, dx_3 son las proyecciones ortogonales de $d\sigma$ y se introduce la coordenada de tiempo imaginaria $\sqrt{-1}\, ct = x_4$, entonces la ley de la constancia de la velocidad de la propagación de la luz adquiere esta forma:

$$ds^2 = dx_1^{\,2} + dx_2^{\,2} + dx_3^{\,2} + dx_4^{\,2} = 0.$$

Dado que esta fórmula expresa una situación real, podemos atribuir un significado real a la cantidad ds, aun cuando los puntos cercanos del continuo cuatridimensional estén elegidos de tal modo que el correspondiente valor ds no sea cero. Tal vez esto podría expresarse diciendo que el espacio de cuatro dimensiones (con una coordenada de tiempo imaginaria) de la teoría de la relatividad restringida posee una métrica euclidiana.

El hecho de que esta métrica reciba el nombre de euclidiana está relacionado con lo siguiente: la postulación de tal métrica dentro de un continuo de tres dimensiones es completamente equivalente a la postulación de los axiomas de la geometría euclidiana. Por lo tanto, la ecuación definitoria de esta métrica no es sino el teorema de Pitágoras aplicado a las diferenciales de las coordenadas.

En la teoría de la relatividad restringida esos cambios de coordenadas (por transformación) están permitidos porque también en el nuevo sistema de coordenadas la cantidad ds^2 (invariante fundamental) es igual a la suma de los cuadrados de las coordenadas diferen-

ciales. Estas transformaciones reciben el nombre de transformaciones de Lorentz.

El método práctico de la teoría de la relatividad restringida está caracterizado por el siguiente principio: sólo son admisibles como expresión de las leyes naturales aquellas ecuaciones que no alteran su forma al cambiar las coordenadas usando una transformación de Lorentz (covarianza de las ecuaciones con respecto a las transformaciones de Lorentz).

Este método condujo al descubrimiento de la conexión necesaria entre impulso y energía, entre potencia del campo eléctrico y del magnético, entre fuerzas electrostáticas y electrodinámicas, entre masa inerte y energía. Con esto, el número de conceptos independientes y de ecuaciones fundamentales en física se ha reducido.

Este método apuntaba más lejos. ¿Es verdad que las ecuaciones que expresan leyes naturales son covariantes con respecto a las transformaciones de Lorentz solamente y no con respecto a otras transformaciones? Pues bien: formulada en esos términos, la pregunta realmente carece de sentido, porque cada sistema de ecuaciones puede ser expresado en coordenadas generales. Lo que hemos de preguntar es esto: ¿no están constituidas las leyes de la naturaleza de tal modo que no se simplifican por la elección de un conjunto *particular* de coordenadas?

Dicho sea de paso, nuestra ley empírica de la igualdad de la masa inercial y pesante nos empuja a responder a esa pregunta de manera afirmativa. Si convertimos en principio la equivalencia de todos los sistemas de coordenadas para la formulación de las leyes naturales, llegaremos a la teoría de la relatividad general, a condición de que consideremos que la ley de la constancia de la velocidad de la luz es inamovible o, en otras palabras, que lo es la hipótesis de la significación objetiva de la métrica euclidiana al menos para porciones infinitamente pequeñas del espacio de cuatro dimensiones.

Esto quiere decir que para regiones finitas del espacio la existencia (físicamente significativa) de una métrica general riemanniana es postulada de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$ds^2 = \sum_{\mu\nu} g_{\mu\nu}\, dx_\mu\, dx_\nu,$$

donde el sumatorio abarca todas las combinaciones de índices, desde 1,1 hasta 4,4.

La estructura de ese espacio presenta una diferencia básica con respecto a la del espacio euclidiano. Los coeficientes $g_{\mu\nu}$, de momento, representan funciones arbitrarias de las coordenadas x_1 hasta x_4, y la estructura del espacio no está determinada de verdad hasta tanto lleguen a conocerse estas funciones $g_{\mu\nu}$. También se puede decir que la estructura de ese espacio como tal es completamente indeterminada. Sólo puede ser determinada de manera más exacta mediante leyes específicas que satisfacen el campo métrico de $g_{\mu\nu}$. Sobre bases físicas se llegó al convencimiento de que el campo métrico era al mismo tiempo el campo gravitatorio.

En razón de que el campo gravitatorio está determinado por la configuración de las masas y de sus correspondientes cambios, la estructura geométrica de ese espacio también depende de factores físicos. Es decir que, de acuerdo con esta teoría —y tal como lo había conjeturado Riemann—, el espacio ya no es absoluto: su estructura depende de influencias físicas. La geometría (física) ya ha dejado de ser una ciencia encerrada y completa en sí misma, como lo era la geometría de Euclides.

Así, el problema de la gravitación se vio reducido a un problema matemático: se requería hallar las ecuaciones fundamentales más simples que fueran covariantes con respecto a una transformación arbitraria de coordenadas. Este era un problema claramente definido que, al menos, podía ser resuelto.

Aquí no hablaré de la confirmación experimental de esta teoría, pero he de explicar los motivos por los cuales esta teoría no se podía dar definitivamente por satisfecha con tal éxito. Es verdad que la gravitación había sido deducida de la estructura del espacio, pero además del campo gravitacional existe el campo electromagnético. En primer lugar, este debió ser introducido en la teoría como una entidad independiente de la gravitación. Hubo que agregar a las ecuaciones fundamentales de campo unos términos que dieran cuenta de la existencia del campo electromagnético. Pero resulta intolerable para el espíritu teórico la idea de que existan dos estructuras espaciales que sean independientes la una de la otra, la métrico-gravitacional y la electromagnética. Uno se siente impulsado a creer que ambos tipos de campos deben corresponder a una estructura unificada del espacio.

Notas sobre el origen de la teoría de la relatividad general

Mein Weltbild, Amsterdam: Querido Verlag, 1934.

Accedo gustosamente al ruego de que diga algo acerca de la historia de mi propio trabajo científico. No es que conceda un gran valor a mis esfuerzos personales, pero escribir la historia del trabajo de otras personas exige un grado de profundización en el pensamiento ajeno más propio de la clase de tarea que desarrolla un historiador. En cambio, arrojar un poco de luz sobre las primeras ideas que uno mismo ha sustentado parece muy sencillo. En este caso, gozo de una enorme ventaja frente a cualquier otra persona y no es lícito desechar tal oportunidad por un prurito de modestia.

En el año 1905 había llegado yo, gracias a la teoría de la relatividad restringida, a la equivalencia de todos los llamados sistemas inerciales para la formulación de las leyes de la naturaleza. En esos momentos surgió de modo natural el problema de si no existiría una equivalencia adicional para los sistemas de coordenadas. Para expresarlo con otras palabras: si sólo se puede adjudicar un significado relativo al concepto de velocidad, ¿debemos, con todo, seguir considerando la aceleración como un concepto absoluto?

Desde el punto de vista puramente cinemático no existe ninguna clase de duda en cuanto al carácter relativo de todos los movimientos; pero hablando desde el punto de vista de la física, el sistema inercial parecía ocupar una posición privilegiada, lo que daba un aire artificial al uso de sistemas coordenados en movimiento.

Desde luego que yo estaba familiarizado con la posición de Mach, según la cual la resistencia inercial contrarresta no a la aceleración como tal, sino a la aceleración con respecto a las masas de otros cuerpos que existen en el mundo. En esa idea había algo que me resultaba fascinante, pero a pesar de ello no surgió de allí una base de trabajo adecuada para formular una nueva teoría.

Logré avanzar un paso hacia la solución cuando traté de trabajar con la ley de la gravedad dentro del esquema fundamental de la teoría de la relatividad restringida. Como la mayoría de escritores de aquel tiempo, intenté enunciar una ley de campo para la gravitación, en vista de que no resultaba posible —al menos de manera natural— introducir la acción directa a distancia a causa de la abolición del concepto de simultaneidad absoluta.

Lo más sencillo, desde luego, era mantener el potencial escalar de la gravitación de Laplace y completar la ecuación de Poisson de una manera obvia, mediante un término diferenciado con respecto al tiempo, de tal modo que quedara satisfecha la teoría especial de la relatividad. La ley del movimiento de un punto de masa en un campo gravitatorio también debía ser adaptada a la teoría especial de la relatividad. El sendero no estaba marcado de una forma inequívoca, en este caso, porque la masa inerte de un cuerpo puede depender del potencial gravitatorio. En rigor era de esperar en vista del principio de inercia de la energía.

Estas investigaciones, sin embargo, desembocaron en unos resultados que despertaron mis más fuertes sospechas. De acuerdo con la mecánica clásica, la aceleración vertical de un cuerpo en un campo gravitatorio vertical es independiente de la componente horizontal de su velocidad. En tal campo gravitatorio, pues, la aceleración vertical de un sistema mecánico o de su centro de gravedad opera en forma independiente de su energía cinética interna. Pero en la teoría que yo he presentado, la aceleración de un cuerpo que cae no es independiente de su velocidad horizontal o energía interna del sistema.

Esto no encajaba con el antiguo hecho experimental que demuestra que todos los cuerpos sometidos a un mismo campo gravitatorio adquieren la misma aceleración. Esta ley, que también puede formularse como la ley de la igualdad de las masas inerte y pesante, adquirió entonces para mí su plena significación. Mi asombro ante la existencia de esta ley era máximo y conjeturaba yo que en ella debía estar encerrada la clave para una profunda y total comprensión de la gravitación y la inercia. No experimenté por entonces serias dudas acerca de su estricta validez, incluso sin saber de los resultados del admirable experimento de Eötvös que —si mi memoria no falla— sólo llegaría a conocer más tarde. Abandoné, pues, considerándolo inadecuado, el intento de tratar el problema de la gravitación —tal como lo he aludido antes— dentro de la estructura de la teoría de la relatividad restringida. Era claro que fallaba en cuanto a la propiedad fundamental de la gravitación. El principio de la igualdad de las masas inerte y pesante podía formularse tal corno sigue: en un campo gravitatorio homogéneo todos los movimientos referidos a un sistema de coordenadas uniformemente acelerado son equivalentes a los movimientos que se efectúan en ausencia de

campo gravitatorio. Si este principio era adecuado para todos los fenómenos posibles (el «principio de equivalencia»), eso constituía un indicio de que el principio de relatividad debía ser extendido a los sistemas coordenados con aceleración variable entre sí, para llegar a una teoría natural de los campos gravitatorios. Estas reflexiones me mantuvieron ocupado desde 1908 hasta 1911 e intenté derivar de ellas ciertas conclusiones especiales, de las que no me propongo tratar aquí. De momento, lo importante era haber descubierto que una teoría de la gravitación razonable sólo podría conseguirse a través de una extensión del principio de la relatividad.

Por todo esto, era necesario forjar una teoría cuyas ecuaciones conservaran su forma en el caso de transformaciones no lineales de las coordenadas. En aquellos momentos me era imposible determinar si esta teoría se podría aplicar para transformaciones arbitrarias (continuas) de las coordenadas o si sólo se aplicaría para algunas de ellas.

Pronto llegué a comprender que la inclusión de las transformaciones no lineales —tal como lo exigía el principio de la equivalencia— era inevitablemente fatal para la interpretación física simple de las coordenadas. Ya no podía exigirse que las diferencias de coordenadas reflejaran resultados directos de medición con patrones o relojes ideales. Mi perplejidad ante esto fue muy grande, porque me llevó un tiempo largo llegar a descubrir cuál era el significado de las coordenadas en la física. Y no encontré la salida de este dilema hasta el año 1912, cuando se me presentó después de las siguientes consideraciones:

Era necesario hallar una nueva formulación de la ley de la inercia, que en caso de ausencia de un «campo real de gravitación» pudiera transformarse en la formulación de Galileo del principio de la inercia, si un sistema inercial se utilizaba como sistema de coordenadas. La formulación de Galileo es como sigue: un punto material sobre el que no actúa ninguna fuerza, será representado en el espacio de cuatro dimensiones mediante una línea recta, es decir, por la línea más corta o, dicho de un modo más correcto, por una línea extrema. Este concepto presupone el de la longitud de un elemento lineal, o sea, una métrica. En la teoría de la relatividad restringida, como lo ha demostrado Minkowski, esta métrica era casi-euclidiana, lo que significa que el cuadrado de la «longitud» ds^2 de un elemento linear era una cierta función cuadrática de las diferenciales de las coordenadas.

Si se introducen otras coordenadas por medio de una transformación no lineal ds^2 sigue siendo una función homogénea de las diferenciales de las coordenadas, pero los coeficientes de esta función dejan de ser constantes y se convierten en funciones de las coordenadas. En términos matemáticos, esto significa que el espacio físico (de cuatro dimensiones) tiene una métrica riemanniana. Las líneas extremas temporales de esta métrica proporcionan la ley de movimiento de un punto material sobre el cual no actúa fuerza alguna distinta de la fuerza de gravedad. Los coeficientes ($g_{\mu\nu}$) de esta métrica, al mismo tiempo describen el campo gravitatorio con referencia al sistema de coordenadas elegido. Así, se ha hallado una formulación natural del principio de equivalencia, cuya extensión a cualquier campo gravitatorio constituye una hipótesis perfectamente natural.

La solución del dilema al que me he referido antes debía ser, pues, la siguiente: no se adjudica significado físico a las diferenciales de las coordenadas, sino tan sólo a la métrica riemanniana que les corresponde. De este modo se obtiene una base de trabajo adecuada para la teoría de la relatividad general. Sin embargo, aún restaba resolver otros dos problemas.

l. Si una ley de campo se expresa en términos de la teoría de la relatividad restringida, ¿cómo puede ser transferida al caso de una métrica riemanniana?

2. ¿Cuáles son las leyes diferenciales que determinan la propia métrica riemanniana (es decir, $g_{\mu\nu}$)?

Me entregué al estudio de estos problemas desde 1912 hasta 1914, junto con mi amigo Marcel Grossmann. Comprendimos que los métodos matemáticos para resolver el problema número 1 ya estaban en nuestras manos: el cálculo diferencial absoluto de Ricci y Levi-Civita.

Por lo que se refiere al problema número 2, era obvio que su solución requería la construcción de las ecuaciones diferenciales de segundo orden de las $g_{\mu\nu}$. Pronto vimos que estas ya habían sido establecidas por Riemann (el tensor de curvatura). Ya habíamos obtenido las ecuaciones de campo para la gravitación dos años antes de la publicación de la teoría de la relatividad general, pero nos era imposible determinar cómo se podrían utilizar en física. Además,

mi intuición me decía que su contrastación empírica sería un fracaso. Por otra parte, creí que me resultaría posible demostrar, sobre la base de consideraciones generales, que una ley de la gravitación invariante con respecto a transformaciones arbitrarias de las coordenadas no era compatible con el principio de causalidad. Estos fueron errores que me costaron dos años de trabajo excesivamente duro, hasta que me decidí a reconocerlo así, hacia fines de 1915; después de haber retornado con cierta tristeza a la curvatura de Riemann pude establecer la conexión entre teoría y los hechos de la experiencia astronómica.

A la luz del conocimiento obtenido, ese feliz logro parece casi evidente, de ahí que cualquier estudiante inteligente pueda entenderlo sin demasiados problemas. Pero habían sido muchos los años de ansiosa búsqueda en la oscuridad, años llenos de intensa ansiedad, de fases de plena confianza y de total agotamiento antes de llegar a emerger a la luz. Y esto sólo puede comprenderlo quien también lo haya vivido.

Física y realidad

Tomado del *Journal of the Franklin Institute*, volumen 221, N.º 3, marzo de 1936.

I. Consideraciones generales sobre el método de la ciencia

A menudo se ha dicho, y no sin justificación por cierto, que el hombre de ciencia es un filósofo de mala calidad. ¿Por qué el físico no deja, pues, que el filósofo se entregue a la tarea de filosofar? Esto bien puede ser lo correcto en momentos en que el físico cree tener a su disposición un sistema rígido de conceptos y leyes fundamentales, tan bien establecidos que ninguna duda puede tocarlos. Pero puede no serlo en un momento en que las bases mismas de la física se han vuelto tan problemáticas como lo son hoy. En tiempos como el presente, cuando la experiencia nos compele a buscar una nueva y más sólida fundamentación, el físico no puede simplemente entregar al filósofo la contemplación crítica de los fundamentos teóricos, porque nadie mejor que él puede explicar con mayor acierto dónde le aprieta el zapato. En su búsqueda de un nuevo fundamento, el

físico se verá obligado a poner bien en claro hasta qué punto están justificados y constituyen verdaderas necesidades los conceptos que utiliza.

El conjunto de la ciencia es, tan sólo, un refinamiento del pensamiento de cada día. Por este motivo el pensamiento crítico del físico no ha de ser restringido, en lo posible, al mero examen de los conceptos que pertenecen a su propio campo de acción. Resultará imposible para el científico avanzar sin la previa consideración crítica de un problema verdaderamente arduo: el problema de analizar la naturaleza del pensamiento de cada día.

Nuestra experiencia psicológica nos ofrece experiencias sensoriales, imágenes de ellas, recuerdos y sentimientos. A diferencia de la psicología, la física se ocupa en forma directa sólo de las experiencias sensoriales y de la «comprensión» de sus conexiones. Pero con todo, el concepto de «mundo real externo» que existe en el pensamiento de cada día reposa en forma exclusiva sobre impresiones sensoriales.

En primer término debemos subrayar que la diferenciación entre impresiones sensoriales e imágenes no es posible o, al menos, no es posible establecerla con absoluta seguridad. Con la discusión de este problema, que también afecta a nuestra noción de la realidad, no adelantaríamos mucho, de modo que consideraremos como un hecho dado la existencia de experiencias sensoriales, o sea, unas experiencias psíquicas de tipo especial.

Creo que el primer paso para el establecimiento de un «mundo exterior real» es la formación del concepto de objetos materiales y de objetos materiales de distintos tipos. De entre la multitud de nuestras experiencias sensoriales, mental y arbitrariamente, escogemos ciertos conjuntos de impresiones sensoriales que se repiten (en parte en conjunción con impresiones sensoriales que son interpretadas como signos de experiencias sensoriales de otros) y relacionamos con ellos un concepto: el concepto de objeto material. Si lo consideramos desde el punto de vista lógico, veremos que este concepto no es idéntico a la totalidad de las impresiones sensoriales que a él se refieren; se trata de una libre creación de la mente humana (o animal). Por otra parte, este concepto debe su significado y su justificación, en forma exclusiva, a la totalidad de las impresiones sensoriales que asociamos con él.

El segundo paso nos lleva a considerar que, en nuestro pensamiento (que es el que determina nuestras expectativas), atribuimos

a ese concepto de objeto material una significación que en muy alto grado es independiente de las impresiones sensoriales que originalmente lo han conformado. A esto hacemos referencia cuando atribuimos al objeto material «una existencia real». El proceso hasta aquí descrito se justifica en forma exclusiva por el hecho de que, mediante esos conceptos y las relaciones mentales existentes entre ellos, nos hallamos en condiciones adecuadas para orientarnos en el laberinto de las impresiones sensoriales. Aun cuando son creaciones mentales libres, estas nociones y relaciones nos parecen más solidas y más inalterables que la experiencia sensorial individual en sí misma, a la que jamás se le puede garantizar por completo que no sea una ilusión o fruto de una alucinación. Además, estos conceptos y relaciones, y también la postulación de objetos reales y, hablando de manera general, de la existencia del «mundo real», están justificados exclusivamente en la medida en que se conecten con impresiones sensoriales entre las cuales configuran una conexión mental.

La totalidad de nuestras experiencias sensoriales (uso de conceptos, creación y empleo de relaciones funcionales definidas entre ellos y la coordinación de las experiencias sensoriales con esos conceptos) pueden ser puestas en orden mediante un proceso mental: este hecho en sí tiene una naturaleza que nos llena de reverente temor, porque jamás seremos capaces de comprenderlo por completo. Bien se podría decir que «el eterno misterio del mundo es su comprensibilidad». Uno de los más importantes logros de Emmanuel Kant ha sido postular que el mundo externo real carecería de sentido si careciera de comprensibilidad.

Aquí, al hablar de comprensibilidad, la expresión está utilizada en su sentido más modesto. En este caso, la palabra implica la creación de cierto orden en las impresiones sensoriales; un orden que se produce por la creación de conceptos generales, de relaciones entre dichos conceptos y de relaciones definidas de cierta clase entre los conceptos y la experiencia sensorial. En este sentido es comprensible el mundo de nuestras experiencias sensoriales. El hecho de que sea comprensible es un milagro.

En mi opinión no se puede decir nada *a priori* con respecto al modo en que deben formarse y conectarse los conceptos ni a la manera en que debemos coordinarlos con las experiencias sensoriales. La única guía posible en la creación de ese orden, el único factor determinante, es el éxito. Todo lo que se necesita es fijar un con-

junto de normas, porque sin esas normas sería imposible adquirir el conocimiento orientado en el sentido en que nos interesa. Se puede establecer una comparación entre esas reglas y las reglas de un juego en el que, si bien las normas en sí mismas son arbitrarias, su rigidez es lo único que hace posible el juego. Sin embargo, el establecimiento de las normas nunca podrá ser definitivo. Tendrá que tener validez tan sólo para un campo especial de aplicación (es decir, que no existen categorías últimas en el sentido que Kant adjudicara a este término).

La conexión de los conceptos elementales del pensamiento cotidiano con los conjuntos de experiencias sensoriales sólo puede ser comprendido por vía intuitiva y no puede fijarse científicamente. La totalidad de estas conexiones —ninguna de las cuales es expresable en términos conceptuales— es lo único que diferencia el gran edificio de la ciencia de un esquema de conceptos lógico pero vacío. Gracias a esas conexiones, las proposiciones puramente conceptuales de la ciencia se convierten en enunciados generales acerca de conjuntos de experiencias sensoriales.

Denominaremos «conceptos primarios» a aquellos conceptos que están directa e intuitivamente conectados con conjuntos típicos de experiencias sensoriales. Desde el punto de vista de la física, todas las demás nociones adquieren significado sólo en la medida en que estén conectadas con las nociones primarias a través de proposiciones. Hasta cierto punto, estas proposiciones son definiciones de los conceptos (y de los enunciados derivados de ellos por vía lógica) y hasta cierto punto proposiciones que no derivan de las definiciones, hecho que expresa al menos relaciones indirectas entre los «conceptos primarios» y, en este sentido, entre las experiencias sensoriales. Las proposiciones de esta segunda clase son «enunciados acerca de la realidad» o leyes de la naturaleza, es decir, proposiciones que deben demostrar su validez cuando son aplicadas a las experiencias sensoriales a las que se puede aludir a través de conceptos primarios. Determinar cuáles de esas proposiciones habrán de ser consideradas definiciones y cuáles leyes naturales dependerá en forma concreta de la representación elegida. Establecer esta diferenciación se convierte en una necesidad absoluta cuando se examina el grado hasta el cual no está vacío, desde el punto de vista físico, todo el sistema de conceptos considerados.

La estratificación del sistema científico

El objetivo de la ciencia es una comprensión tan *completa* como sea posible de la conexión entre las experiencias sensoriales en totalidad y el logro de ese objetivo *mediante el uso de un mínimo de conceptos primarios y de relaciones.* (Mientras se busca, en la medida de lo posible, una unidad lógica en la imagen del mundo, es decir, parvedad en los elementos lógicos.)

La ciencia utiliza la totalidad de los conceptos primarios, o sea, conceptos conectados en forma directa con las experiencias sensoriales, y de las proposiciones que los relacionan. En su primera etapa de desarrollo, la ciencia no contiene nada más. Nuestro pensamiento de cada día se contenta, en términos generales, con este nivel. No obstante, una situación así no puede resultar satisfactoria para quien posea una verdadera mentalidad científica, porque la totalidad de los conceptos y las relaciones obtenidos de esta manera carece por completo de unidad lógica. Con la finalidad de cubrir esta deficiencia, se inventa un sistema más pobre en conceptos y relaciones, un sistema que considera que los conceptos y relaciones del «primer estrato» son conceptos y relaciones derivados lógicamente. En bien de su más elevada unidad lógica, este nuevo «sistema secundario» paga el precio de operar con conceptos elementales (conceptos del segundo estrato) que ya no están conectados de modo directo con las experiencias sensoriales. Una posterior búsqueda de la unidad lógica nos conduce a un sistema terciario, más pobre aún en conceptos y relaciones, mediante la deducción de los conceptos y relaciones del estrato secundario (y de modo indirecto de los del primario). Y el proceso continúa en estos términos, hasta el momento en que hemos llegado a un sistema dueño de la mayor unidad concebible y de la mayor pobreza de conceptos en materia de fundamentos lógicos, que todavía es compatible con las observaciones realizadas por nuestros sentidos. No sabemos si esta ambición será o no capaz de forjar alguna vez un sistema definitivo. Si se recabara una opinión al respecto, lo más probable sería obtener una respuesta negativa. No obstante, mientras se lucha con los problemas, jamás se pierde la esperanza de acercarse a ese objetivo.

Un adepto de la teoría de la abstracción o de la inducción llamará a nuestros estratos «grados de abstracción», pero no considero justificable encubrir la independencia lógica del concepto con res-

pecto a las experiencias sensoriales. No se trata de la relación que existe entre la sopa y el pollo, sino, más bien, de la del número del guardarropa y el abrigo.

Los estratos además no están tan claramente separados. No está absolutamente claro qué conceptos pertenecen al estrato primario. En rigor, estamos manejando conceptos formados libremente que, con un grado de certeza suficiente en la práctica, son conectados de manera intuitiva con los conjuntos de experiencias sensoriales de tal modo que, en cualquier experiencia, no se produce ninguna incertidumbre en lo que respecta a la validez de una aserción. El hecho fundamental es el intento de representar la multitud de conceptos y de proposiciones cercanos a la experiencia bajo la forma de proposiciones, deducidas por un proceso lógico a partir de una base —tan estrecha como sea posible— de conceptos y de relaciones fundamentales que pueden ser elegidas con libertad (axiomas). La libertad de elección, sin embargo, pertenece a una clase muy especial; no se asemeja a la libertad de un escritor de obras de ficción. En rigor, se parece a la de un hombre empeñado en resolver un crucigrama bien pensado: aunque podría proponer cualquier palabra como posible solución, sólo *una* palabra es la que le permitirá resolver el crucigrama con acierto. Es materia de fe que la naturaleza —tal como la percibimos a través de nuestros cinco sentidos— asume las características de un crucigrama bien pensado. Los éxitos que hasta el presente ha cosechado la ciencia otorgan una cierta base para mantener esa fe, sin duda alguna.

La multitud de estratos a los que nos hemos referido corresponde a las diversas etapas que se han recorrido en la lucha por la unidad. En lo que respecta al objetivo final, los estratos intermedios sólo tienen una naturaleza provisional. En su momento, habrán de desaparecer por falta de pertinencia. Sin embargo, tenemos que trabajar con la ciencia de hoy, en la que esos estratos representan logros parciales y problemáticos, que sirven de base los unos para los otros, pero que también se amenazan mutuamente, porque el sistema de conceptos presente contiene incongruencias muy arraigadas que encontraremos más adelante.

La finalidad de las siguientes líneas ha de ser la de mostrar cuáles son los caminos por los que ha penetrado la mente humana, para llegar a una base de la física que sea tan uniforme como se pueda desde punto de vista lógico.

II. La mecánica y los intentos de considerarla como base para toda la física

Una importante propiedad de nuestras experiencias sensoriales y, de modo más general, de todas nuestras experiencias, es su orden temporal. Este tipo de orden conduce a la concepción de un tiempo subjetivo, un esquema ordenador de nuestra experiencia. El tiempo subjetivo, por vía del concepto de objeto material y de espacio, nos lleva hacia el concepto de tiempo objetivo, tal como lo veremos más adelante.

Por delante de la noción de tiempo objetivo, sin embargo, se alza el concepto de espacio y por delante de este hallamos el concepto de objeto material, que está directamente conectado con los conjuntos de experiencias sensoriales. Ya se ha señalado que una propiedad característica de la noción de «objeto material» es la de que le asignemos existencia, independiente del tiempo (subjetivo) e independiente del hecho de que sea percibido por nuestros sentidos. Y esto es así a pesar de que percibimos alteraciones temporales en dicho objeto. Con exactitud Poincaré ha señalado en forma enfática el hecho de que distingamos dos clases de alteraciones del objeto corpóreo: «cambios de estado» y «cambios de posición». Estos últimos, señala este autor, son alteraciones que podemos contrarrestar mediante movimientos voluntarios.

Existen objetos materiales a los cuales, dentro de cierta esfera de percepción, no adjudicamos alteraciones de estado, sino sólo alteraciones de posición; este hecho tiene una importancia fundamental para la formación del concepto de espacio (en cierto sentido, incluso para la justificación de la misma noción de objeto material). A este tipo de objetos le aplicaremos la denominación de «prácticamente rígidos».

Si como objeto de nuestra percepción consideramos en forma simultánea (o sea, como una única unidad) dos cuerpos prácticamente rígidos, existirán para ese conjunto unas alteraciones tales que posiblemente *no* puedan ser consideradas como cambios de posición del conjunto, a pesar de que sea así para cada uno de los dos elementos constituyentes. Esto nos lleva a la noción de «cambio de posición relativa» de los dos objetos y también de esta manera arribamos a la noción de «posición relativa» de los dos objetos. Además se ha demostrado que entre las posiciones relativas existe una,

de un tipo especial, a la que denominamos «contacto»*. El contacto permanente de dos cuerpos en tres o más «puntos» significa que se han unido en un cuerpo compuesto casi-rígido. Es lícito afirmar que el segundo cuerpo constituye en ese caso una continuación (casi-rígida) del primer cuerpo y que, a su vez, podría recibir otra continuación casi-rígida. La posibilidad de la continuación casi-rígida de un cuerpo es ilimitada. La totalidad de todas las continuaciones casi-rígidas concebibles de un cuerpo B_0 es el «espacio» infinito determinado por él.

Todo objeto corpóreo situado arbitrariamente puede ser puesto en contacto con la continuación casi-rígida de un cuerpo dado B_0 (cuerpo de referencia). En mi opinión, este hecho es la base empírica de nuestra concepción del espacio. En el pensamiento precientífico, la corteza sólida de la Tierra asume el papel de B_0 y su continuación. La misma palabra geometría indica que el concepto de espacio está psicológicamente conectado con la tierra como un cuerpo de referencia siempre presente.

La atrevida noción de «espacio» que precedió a toda la geometría científica transformó nuestro concepto de las relaciones entre posiciones de los objetos materiales en la noción de posición de esos objetos en el «espacio». Esto, por sí mismo, representa una gran simplificación formal. A través de ese concepto de espacio llegamos, además, a una actitud en la que cualquier descripción de posición es implícitamente una descripción de contacto; el enunciado que dice que un punto de un objeto material está situado en un punto P del espacio significa que el objeto toca el punto P del cuerpo de referencia B_0 (al que se supone apropiadamente continuado) en el punto considerado.

En la geometría de los griegos, el espacio sólo asume un papel cualitativo, porque si bien se considera como dada la posición de los cuerpos en relación con el espacio, no se la describe mediante números. Descartes fue el primero que introdujo ese método. En su lenguaje todo el contenido de la geometría euclidiana puede estar

* Está en la naturaleza de las cosas la posibilidad de que seamos capaces de hablar de esos objetos sólo mediante conceptos de nuestra creación, conceptos que en sí mismos no son objeto de definición. Sin embargo, es esencial que hagamos uso exclusivo de conceptos acerca de cuya relación con nuestra experiencia no se abriguen dudas.

axiomáticamente fundado en los siguientes postulados: 1) dos puntos definidos de un cuerpo rígido determinan un segmento; 2) podemos asignar números triples, X_1, X_2, X_3 a los puntos del espacio de tal modo que para cada segmento $P' - P''$, las coordenadas de cuyos extremos sean X'_1, X'_2, X'_3; X''_1, X''_2, X''_3, resulte que la expresión

$$s^2 = (X''_1 - X'_1)^2 + (X''_2 - X'_2)^2 + (X''_3 - X'_3)^2$$

sea independiente de la posición del objeto, y de las posiciones de todos y cualquiera de los demás objetos.

El número (positivo) s representa la longitud del segmento o la distancia entre los dos puntos P' y P'' del espacio (que son coincidentes con los puntos P' y P'' del segmento).

De manera intencional se ha elegido una formulación que exprese con claridad no sólo el contenido lógico y axiomático de la geometría euclidiana, sino también su contenido empírico. La representación puramente lógica (axiomática) de la geometría euclidiana tiene, es verdad, la ventaja de una gran simplicidad y claridad. Sin embargo, el precio ha sido renunciar a la representación de la conexión entre el modelo conceptual y las experiencias sensoriales, sobre cuya conexión, tan sólo, descansa la significación de la geometría para la física. Se ha incurrido, con el tiempo, en el error de considerar que la necesidad lógica —anterior a toda experiencia— era la base de la geometría euclidiana y del concepto de espacio perteneciente a ella; ese fatal error surgió del hecho de que la base empírica, sobre la cual descansa la construcción axiomática de la geometría euclidiana, cayó en el olvido.

En la medida en que se puede hablar de la existencia de cuerpos rígidos en la naturaleza, la geometría de Euclides es una ciencia física, que debe ser confirmada por experiencias sensoriales. Abarca la totalidad de las leyes que deben dar cuenta de las posiciones relativas de los cuerpos rígidos, en forma independiente del tiempo. Vemos, pues, que la noción física de espacio, tal como fuera originalmente utilizada en la física, también está relacionada con la existencia de los cuerpos rígidos.

Desde el punto de vista del físico, la importancia central de la geometría euclidiana descansa en el hecho de que sus leyes son independientes de la naturaleza concreta de los objetos cuyas posiciones relativas trata. Su simplicidad formal está caracterizada por

las propiedades de homogeneidad e isotropía (y la existencia de entidades similares).

El concepto de espacio es útil, por cierto, pero no indispensable para la geometría, es decir, para la formulación de las reglas referidas a las posiciones relativas de los cuerpos rígidos. Por contraste, el concepto de tiempo objetivo, sin el cual la formulación de los fundamentos de la mecánica clásica resulta imposible, está ligado con el concepto de continuo espacial.

La introducción del tiempo objetivo implica dos postulados que son independientes entre sí.

l. La introducción del tiempo objetivo local mediante la conexión de la sucesión temporal de experiencias con las lecturas de un «reloj», es decir, de un sistema cerrado recurrente en forma periódica.

2. La introducción de la noción de tiempo objetivo para los fenómenos en todo el conjunto del espacio, noción por la cual, exclusivamente, la idea de tiempo local se extiende a la idea de tiempo en física.

Nota al postulado 1: según mi punto de vista, no sería una *petitio principii* poner el concepto de recurrencia periódica por delante del concepto de tiempo, en la medida en que la preocupación principal sea la clarificación del origen y del contenido empírico del concepto de tiempo. Esta concepción corresponde con exactitud a la precedencia del concepto de cuerpo rígido (o casi-rígido) en la interpretación del concepto de espacio.

Discusión adicional del postulado 2: antes de la enunciación de la teoría de la relatividad, prevalecía la ilusión de que, desde el punto de vista de la experiencia, el significado de la simultaneidad en relación con los fenómenos distantes en el espacio y, en consecuencia, el significado del tiempo físico, estaba claro en forma apriorística; esta ilusión tuvo su origen en el hecho de que en nuestra experiencia de cada día podemos ignorar el tiempo que tarda la luz en propagarse. A causa de esto, estamos acostumbrados a confundir lo «simultáneamente visto» con lo «simultáneamente sucedido» y como resultado se confunde la diferencia entre tiempo y tiempo local.

La falta de precisión que, desde el punto de vista empírico, tiene la noción de tiempo en la mecánica clásica, estaba oculta por la representación axiomática del espacio y del tiempo como

independientes de nuestras experiencias sensoriales. No representa necesariamente un daño para la ciencia el uso de los conceptos con independencia de la base empírica que les ha dado origen. Sin embargo, sería fácil caer en el error de creer que esas nociones, cuyo origen se ha olvidado, son necesarias desde el punto de vista lógico y por lo tanto inalterables; este error puede llegar a constituir un serio peligro para el progreso de la ciencia.

Para el desarrollo de la mecánica y, por ende, también para el desarrollo de la física en general, ha sido un hecho afortunado el que la falta de precisión en el concepto de tiempo objetivo permaneciera oculta para los primeros filósofos, en lo que se refiere a su interpretación empírica. Llenos de confianza en el significado real del espacio-tiempo, desarrollaron los fundamentos de la mecánica que, esquemáticamente, es posible caracterizar del siguiente modo:

(a) Concepto de punto material: un objeto material que —en lo que se refiere a su posición y movimiento— puede ser descrito con suficiente exactitud como un punto con las coordenadas X_1, X_2, X_3. Su movimiento se describe (en relación con el «espacio» B_0) considerando X_1, X_2, X_3 como funciones del tiempo.

(b) Ley de la inercia: la desaparición de los componentes de la aceleración en un punto material que esté suficientemente alejado de todos los demás puntos.

(c) Ley del movimiento (para el punto material): fuerza = masa × aceleración.

(d) Leyes de fuerza (interacciones entre puntos materiales).

Aquí *(b)* no es sino un importante caso especial de *(c).* Una teoría real existe sólo cuando las leyes de fuerza están dadas. Las fuerzas, en primer lugar, deben obedecer únicamente a la ley de la igualdad de la acción y reacción para que un sistema de puntos —permanentemente conectados los unos con los otros mediante fuerzas— se pueda comportar como punto material.

Estas leyes fundamentales, junto con la ley de Newton sobre la fuerza de la gravedad, constituyen la base de la mecánica de los cuerpos celestes. En esta mecánica de Newton y en contraste con las precitadas concepciones del espacio derivadas de los cuerpos rígidos, el espacio B_0 aparece con una novedad. No se adjudica validez a todo B_0 (para una ley de fuerza dada) a través de *(b)* y *(c),* sino para un B_0

en un estado de movimiento apropiado (sistema inercial). A causa de este hecho el espacio de coordenadas adquirió una propiedad física independiente que no está contenida en la noción de espacio puramente geométrica, una circunstancia que dio a Newton mucho que pensar (experimento del cubo)*.

La mecánica clásica no es más que un esquema general; se convierte en una teoría sólo a través de la indicación explícita de las leyes de fuerza *(d),* tal como Newton lo hiciera, con éxito, en el ámbito de la mecánica celeste. Desde el punto de vista del objetivo de conseguir la mayor simplicidad posible de los fundamentos, este método teórico es deficiente en la medida en que las leyes de fuerza no pueden ser obtenidas mediante consideraciones lógicas y formales, de modo que su elección *a priori* es arbitraria hasta cierto punto. Hay que decir también que la ley de la gravedad de Newton se distingue de otras leyes de fuerza concebibles exclusivamente por su *éxito.*

A pesar del hecho de que, hoy, sabemos positivamente que la mecánica clásica fracasa como fundamento de toda la física, esa disciplina ocupa todavía el centro de la física. Y es que, más allá del importante progreso realizado a partir de los tiempos de Newton, todavía no hemos llegado a una nueva fundamentación de la física, con respecto de la cual tengamos la certidumbre de que la multiplicidad de todos los fenómenos investigados, y de los sistemas teóricos parciales que han alcanzado éxito, pueda ser deducida de ella por vía lógica. A continuación describiré con brevedad la situación actual del tema.

En primer término intentemos hacernos una idea muy clara de hasta qué punto el sistema de la mecánica clásica ha resultado adecuado para servir de base a toda la física. Toda vez que aquí sólo nos importan los fundamentos de la física y su desarrollo, no es necesario que nos preocupemos por los progresos puramente *formales* de la mecánica (ecuaciones de Lagrange, ecuaciones canónicas y demás). *Una* observación parece ser indispensable, sin embargo. La noción

* Este defecto de la teoría sólo podría ser eliminado por una formulación de la mecánica que adjudicara validez a todo B_0. Este es uno de los pasos que conducen a la teoría de la relatividad general. Un segundo defecto, también eliminado sólo por la introducción de la teoría de la relatividad general, estriba en que no existe ninguna razón dada por la mecánica para la igualdad de la masa pesante e inercial del punto material.

de «punto material» es básica en mecánica. Si tratamos de desarrollar la mecánica de un objeto corpóreo que en sí mismo *no* puede ser tratado como un punto material —y hablando de manera estricta todo objeto «perceptible a nuestros sentidos» pertenece a esta categoría— surge una pregunta: ¿cómo imaginar el objeto constituido por puntos materiales y qué fuerzas debemos suponer que actúan entre ellos? La formulación de esta pregunta es indispensable, si se pretende que la mecánica describa el objeto de *forma completa*.

Dentro de la tendencia natural de la mecánica corresponde suponer que estos puntos materiales, y las leyes de fuerzas que actúan entre ellos, son invariables, porque los cambios temporales quedarían fuera del alcance de una explicación mecánica. A partir de todo esto podemos ver que la mecánica clásica debe conducirnos a una interpretación atómica de la materia. Ahora, con especial claridad, comprendemos cuán equivocados están aquellos teóricos que creen que la teoría surge de la experiencia por vía inductiva. Aun el gran Newton no pudo liberarse de ese error («*Hypotheses non fingo*»).

Con el fin de salvarse a sí misma del peligro de hallarse perdida sin esperanza dentro de esa forma de pensamiento (el atomismo), la ciencia dio los siguientes pasos. La mecánica de un sistema está determinada si su energía potencial está dada como una función de su configuración. Si las fuerzas actuantes son capaces de garantizar el mantenimiento de ciertas propiedades estructurales de la configuración del sistema, esta puede ser descrita con suficiente exactitud por un número relativamente pequeño de configuraciones variables q_r; la energía potencial es considerada sólo en la medida en que depende de *esas* variables (por ejemplo, la descripción de la configuración de un cuerpo prácticamente rígido mediante seis variables).

Un segundo método de aplicación de la mecánica, que evita la subdivisión de la materia en puntos materiales «reales», es la mecánica de los llamados medios continuos. Esta mecánica se caracteriza por la ficción de que la densidad y la velocidad de la materia dependen continuamente de coordenadas y tiempo y de que la parte de las interacciones no explícitamente dadas puede considerarse como fuerzas de superficie (fuerzas de presión) que una vez más son funciones continuas de posición. Aquí nos encontramos con la teoría hidrodinámica y la teoría de la elasticidad de los cuerpos sólidos. Estas teorías evitan la introducción explícita de puntos materiales

mediante ficciones que, a la luz de los fundamentos de la mecánica clásica, sólo pueden tener una significación aproximada.

Además de su gran significado *práctico*, estas categorías de la ciencia —al desarrollar nuevos conceptos matemáticos— han creado las herramientas formales (las ecuaciones diferenciales parciales) que han sido necesarias para los posteriores intentos de establecer una nueva base de toda la física.

Estas modalidades de aplicación de la mecánica pertenecen a la llamada física «fenomenológica». Es característico de esta clase de física el hecho de que utilice en la mayor medida posible conceptos que están cercanos a la experiencia, aunque esto la ha llevado a renunciar, en gran parte, a la unidad de sus fundamentos. El calor, la electricidad y la luz son descritos por distintas variables de estado y por constantes materiales distintas de las cantidades mecánicas. Determinar todas estas variables en su dependencia mutua y temporal constituía una tarea que, en general, sólo podía ser resuelta por la vía empírica. Muchos contemporáneos de Maxwell vieron en esta forma de presentación el objetivo último de la física, al que creyeron poder llegar de una manera puramente inductiva a partir de la experiencia, dada la relativa cercanía de los conceptos utilizados con respecto a ella. Desde la óptica de las teorías del conocimiento, St. Mill y E. Mach adoptaron más o menos este punto de vista.

Desde el mío, el mayor logro de la mecánica de Newton estriba en que su aplicación consistente nos ha llevado más allá de ese punto de vista fenomenológico, en particular dentro del ámbito de los fenómenos térmicos. Así ha sucedido en la teoría cinética de los gases y en la mecánica estadística en general. La primera relaciona la ecuación de estado de los gases ideales, la viscosidad, la difusión y la conductividad del calor de los gases y los fenómenos radiométricos de los gases y presenta la conexión lógica de fenómenos que, desde el punto de vista de la experiencia directa, ninguna relación guardan los unos con los otros. La segunda proporciona una interpretación de las ideas termodinámicas y de las leyes que han llevado al descubrimiento del límite de aplicabilidad de las nociones y leyes de la teoría clásica del calor. Esta teoría cinética ha superado ampliamente a la física fenomenológica en lo que respecta a la unidad lógica de sus fundamentos y, además, ha obtenido valores precisos de las magnitudes verdaderas de los átomos y las moléculas por métodos independientes y que por lo tanto los sitúan más allá del ám-

bito de la duda razonable. Estos progresos decisivos fueron pagados por la coordinación de las entidades atómicas con los puntos materiales, siendo obvio —como lo era— el carácter especulativo de esas entidades. Nadie podrá pensar jamás en «percibir en forma directa» un átomo. Las leyes referidas a las variables que se conectan en forma más directa con los hechos experimentales (por ejemplo, temperatura, presión, velocidad) han sido deducidas de las ideas fundamentales por medio de complicados procesos de cálculo. Y por este camino la física (o al menos parte de ella), construida en sus orígenes de un modo más fenomenológico, al basarse en la mecánica de Newton para los átomos y las moléculas, se ha reducido a una base más alejada de la experimentación directa, pero más uniforme en su carácter.

III. El concepto de campo

Al explicar los fenómenos eléctricos y ópticos, la mecánica de Newton ha tenido menos éxito que en los ámbitos de los que hemos hablado antes. En efecto: Newton, en su teoría corpuscular de la luz, trató de reducirla a un movimiento de puntos materiales. Más tarde, sin embargo, cuando los fenómenos de la polarización, difracción e interferencia de la luz obligaron a realizar modificaciones cada vez más incompatibles con esta teoría, se impuso la teoría ondulatoria de la luz de Huygens. Es probable que esta teoría deba su origen, en esencia, a los fenómenos de la óptica de cristales y a la teoría del sonido, que por entonces ya había alcanzado cierto nivel de elaboración. También hemos de admitir que la teoría de Huygens se basaba en primera instancia en la mecánica clásica. El éter que todo lo penetraba hubo de ser considerado como el conductor de las ondas, pero ningún fenómeno conocido podía explicar el éter a partir de puntos materiales. Jamás se pudo lograr una clara descripción de las fuerzas internas que gobernaban el éter ni de las fuerzas que actuaban entre el éter y la materia «ponderable». Por lo tanto, los fundamentos de esta teoría permanecieron eternamente en la oscuridad. La verdadera base era una ecuación diferencial parcial, cuya reducción a elementos mecánicos fue siempre problemática.

Para la concepción teórica de los fenómenos eléctricos y magnéticos se introdujeron, una vez más, unas masas de un tipo especial y se conjeturó que entre esas masas existían fuerzas que actuaban a dis-

tancia, similares a las fuerzas gravitatorias de Newton. Sin embargo, este tipo especial de materia carecía de la propiedad fundamental de la inercia. Y las fuerzas que actuaban entre esas masas y la materia ponderable permanecieron en la oscuridad. A estas dificultades hubo que agregar el carácter polar de esta clase de materia que no se adecuaba al esquema de la mecánica clásica. La base de la teoría se hizo aún más insatisfactoria cuando se conocieron los fenómenos electrodinámicos, a pesar de que estos fenómenos permitieron a los físicos la explicación de los fenómenos magnéticos con lo que se hizo innecesario el supuesto de masas magnéticas. Por cierto que estos progresos hubieron de pagarse aumentando la complejidad de las fuerzas de interacción, cuya existencia debía suponerse, entre las masas eléctricas en movimiento.

La salida de esta situación poco satisfactoria, gracias a la teoría de campo eléctrico de Faraday y Maxwell, representa probablemente la más profunda transformación en los fundamentos de la física desde los tiempos de Newton. Una vez más, se trata de un paso dado en el sentido de la especulación constructiva que aumenta la distancia entre los fundamentos de la teoría y las experiencias sensoriales. La existencia del campo se manifiesta, por cierto, sólo cuando son introducidos en este cuerpos con carga eléctrica. Las ecuaciones diferenciales de Maxwell conectan los coeficientes diferenciales espaciales y temporales de los campos eléctricos y magnéticos. Las masas eléctricas no son otra cosa que lugares en que la divergencia del campo eléctrico no desaparece. Las ondas luminosas se presentan como procesos de un campo ondulatorio electromagnético en el espacio.

Para cerciorarse, Maxwell intentó una interpretación mecánica de su teoría de campo, a través de modelos mecánicos del éter. Pero gradualmente estos intentos fueron quedando marginados por la interpretación (despojada de todos los accesorios innecesarios) de Heinrich Hertz. De este modo, el campo ocupó dentro de esta teoría la posición fundamental que en la mecánica de Newton habían ocupado los puntos materiales. Sin embargo, en un primer momento, sólo fue aplicada a los campos electromagnéticos en el espacio vacío.

En su etapa inicial de desarrollo, la teoría resultaba aún poco satisfactoria para el interior de la materia porque, en este caso, había que introducir dos vectores eléctricos que estaban enlazados

por relaciones dependientes de la naturaleza del medio, relaciones inaccesibles a cualquier análisis teórico. Se produjo una situación análoga con respecto al campo magnético, y en la relación entre la densidad de la corriente eléctrica y el campo.

Fue H. A. Lorentz quien halló la solución que apuntaba, además, hacia una teoría electrodinámica de los cuerpos en movimiento, una teoría que estaba más o menos libre de supuestos arbitrarios. Su teoría estaba construida sobre la base de las siguientes hipótesis fundamentales:

> En cualquier parte (incluido el interior de los cuerpos ponderables) el asiento del campo es el espacio vacío. La participación de la materia en los fenómenos electromagnéticos tiene su origen sólo en el hecho de que las partículas elementales de la materia llevan cargas eléctricas inalterables y, por este motivo, están sujetas, por una parte, a las acciones de las fuerzas ponderomotoras y, por otra, poseen la propiedad de generar un campo. Las partículas elementales obedecen a la ley del movimiento de Newton para los puntos materiales.

Sobre esta base H. A. Lorentz obtuvo su síntesis de la mecánica de Newton y la teoría de campo de Maxwell. La debilidad de esta teoría reside en el hecho de que trataba de determinar los fenómenos mediante una combinación de ecuaciones diferenciales parciales (las ecuaciones de campo de Maxwell, para el espacio vacío) y ecuaciones diferenciales totales (ecuaciones de movimiento de puntos), procedimiento que era obviamente artificial. Las insuficiencias de este punto de vista se manifestaron por sí mismas en la necesidad de suponer dimensiones finitas para las partículas, a fin de evitar que el campo electromagnético que existe en sus superficies llegara a ser infinitamente grande. Además, la teoría era incapaz de dar una explicación de las tremendas fuerzas que conservan las cargas eléctricas de las partículas individuales. H. A. Lorentz aceptaba estas debilidades de su teoría, y las conocía muy bien, a cambio de poder explicar los fenómenos de una manera correcta, al menos en términos generales.

Por otra parte, había un aspecto que apuntaba más allá del marco de la teoría de Lorentz. En las inmediaciones de un cuerpo eléctricamente cargado existe un campo magnético que contribuye, aparentemente, a su inercia. ¿No sería posible explicar la inercia *to-*

tal de las partículas desde un punto de vista electromagnético? Está claro que este problema sólo puede ser analizado en forma satisfactoria si las partículas pueden ser consideradas como soluciones regulares de las ecuaciones diferenciales parciales electromagnéticas. En su forma original, sin embargo, las ecuaciones de Maxwell no admiten tal descripción de las partículas porque sus correspondientes soluciones contienen una singularidad. Por ello los físicos teóricos han tratado durante mucho tiempo de lograr su objetivo modificando las ecuaciones de Maxwell. Con todo, estos intentos no han sido coronados con el éxito. Así comprobamos que el objetivo de erigir una pura teoría de campo electromagnético de la materia, de momento continúa siendo un objetivo inalcanzado, aunque en principio no existan objeciones contra la posibilidad de lograrlo. La falta de un método sistemático que nos lleve a una solución ha sido un obstáculo para nuevos intentos. No obstante, me parece innegable que en la fundamentación de cualquier teoría de campo consistente, el concepto de partícula no debe aparecer junto al concepto de campo. Toda la teoría ha de estar basada, en forma exclusiva, en las ecuaciones diferenciales parciales y en sus soluciones desprovistas de singularidades.

IV. La teoría de la relatividad

No existe un método inductivo que nos conduzca a los conceptos fundamentales de la física. La imposibilidad de comprender este hecho constituyó la base del error filosófico de muchos investigadores del siglo pasado. Tal vez también haya sido el motivo por el cual la teoría molecular y la teoría de Maxwell sólo pudieron quedar establecidas en una fecha relativamente tardía. El pensamiento lógico es necesariamente deductivo; se basa en conceptos hipotéticos y en axiomas. ¿Cómo seleccionar estos, con la esperanza de que se confirmen las consecuencias que de ellos se derivan?

La situación más satisfactoria, es evidente, se hallará en los casos en que las nuevas hipótesis fundamentales sean sugeridas por el propio mundo de la experiencia. La hipótesis de la inexistencia de un movimiento perpetuo como base de la termodinámica proporciona el ejemplo de una hipótesis fundamental sugerida por la experiencia; otro tanto ocurre con el principio de inercia de Galileo. También dentro de la misma categoría hallamos la hipótesis funda-

mental de la teoría de la relatividad, teoría que nos ha conducido a una inesperada extensión de la teoría de campo y a la sustitución de los fundamentos de la mecánica clásica.

El éxito de la teoría de Maxwell-Lorentz ha dado gran confianza en la validez de las ecuaciones electromagnéticas para el espacio vacío, y por lo tanto y en especial, en la afirmación de que la luz se mueve «en el espacio» con una determinada velocidad constante c. Esta afirmación del valor constante de la velocidad de la luz, ¿es válida para todo sistema inercial? Si así no fuera, un sistema inercial específico o, por mayor precisión, un estado de movimiento concreto (de un cuerpo de referencia) tendría que distinguirse de todos los demás. Sin embargo, esto parecía contradecir todos los hechos experimentales mecánicos y electromagnéticos.

Por estas razones era necesario elevar al rango de principio la validez de la ley de la constancia de la velocidad de la luz para todos los sistemas inerciales. A partir de esto se sigue que las coordenadas espaciales X_1, X_2, X_3 y el tiempo X_4 deben ser transformados de acuerdo con la «transformación de Lorentz» que se caracteriza por el carácter invariable de la expresión

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - dx_4^2$$

(si la unidad de tiempo está elegida de tal modo que la velocidad de la luz $c = 1$).

Por este procedimiento, el tiempo pierde su carácter absoluto y se asocia a las coordenadas «espaciales» como si tuviera un carácter (casi) similar algebraicamente. El carácter absoluto del tiempo y en particular el concepto de simultaneidad fueron destruidos, quedando la descripción cuatridimensional como la única adecuada.

Con el fin de explicar también la equivalencia de todos los sistemas inerciales con respecto a todos los fenómenos de la naturaleza, es necesario postular el carácter invariable de todos los sistemas de ecuaciones físicas que expresan leyes generales con respecto a la transformación de Lorentz. La elaboración de esta exigencia forma el contenido de la teoría de la relatividad restringida.

Esta teoría es compatible con las ecuaciones de Maxwell, pero es incompatible con la base de la mecánica clásica. Es verdad que las ecuaciones de movimiento del punto material pueden ser modificadas (y con ellas las expresiones del momento y la energía cinética

del punto material), de modo tal que lleguen a satisfacer la teoría. Pero el concepto de la fuerza de interacción y con él el concepto de energía potencial de un sistema pierde su base, porque estos conceptos se apoyan en la idea de la simultaneidad absoluta. El campo, determinado por ecuaciones diferenciales, ocupa el lugar de la fuerza.

En razón de que la teoría anterior permite la interacción sólo por campos, se requiere una teoría de campo de la gravedad. Y por cierto que no es difícil formular una teoría en la que, tal como en la de Newton, los campos gravitatorios puedan ser reducidos a un escalar, que es la solución de una ecuación diferencial parcial. Sin embargo, los hechos experimentales expresados en la teoría de la gravedad de Newton apuntan hacia otra dirección: la de la teoría de la relatividad general.

Una característica poco satisfactoria de la mecánica clásica es la de que en sus leyes fundamentales la misma masa constante aparece en dos papeles diferentes: como «masa inercial» en la ley del movimiento y como «masa pesante» en la ley de la gravedad. Como resultado, la aceleración de un cuerpo en un campo gravitatorio puro es independiente de su material; de modo que en un sistema de coordenadas uniformemente acelerado (acelerado en relación con un «sistema inercial») los movimientos ocurren como en un campo gravitatorio homogéneo (en relación con un sistema «inmóvil» de coordenadas). Si suponemos que la equivalencia de estos dos casos es completa, obtenemos una adaptación de nuestro pensamiento teórico al hecho de que la masa inercial y pesante son iguales.

De aquí se deduce que ya no hay motivos para privilegiar, como cuestión de principio, los «sistemas inerciales»; y debemos admitir en un pie de igualdad las transformaciones *no lineales* de las coordenadas (x_1, x_2, x_3, x_4). Si realizamos esta transformación de un sistema de coordenadas de la teoría de la relatividad restringida, la métrica

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - dx_4^2$$

pasa a una métrica (riemanniana) general de la forma

$$ds^2 = \Sigma g_{\mu\nu}\, dx_\mu\, dx_\nu \text{ (sumados para } \mu \text{ y } \nu)$$

donde los $g_{\mu\nu}$ simétricos en μ y ν, son funciones de $x_1 \ldots x_4$ que describen tanto las propiedades métricas como el campo gravitatorio, en relación con el nuevo sistema de coordenadas.

Esa mejoría en la interpretación de la base mecánica, con todo, y tal como se muestra ante un escrutinio minucioso, hubo de pagarse: las nuevas coordenadas ya no podían ser interpretadas como resultados de las mediciones con cuerpos rígidos y relojes, tal como ocurría en el sistema original (un sistema inercial con un campo gravitatorio que desaparecía).

El paso a la teoría de la relatividad general se lleva a cabo mediante el supuesto de que la representación de las propiedades de campo del espacio ya mencionadas a través de las funciones (o sea, a través de una métrica riemanniana), también está justificado en el caso *general*, en el que no existe ningún sistema de coordenadas en relación con el cual la métrica adquiera la simple forma casi euclidiana de la teoría de la relatividad especial.

Ahora las coordenadas, por sí mismas, ya no expresan relaciones métricas, sino tan sólo la «cercanía» de los objetos cuyas coordenadas difieren muy poco las unas de las otras. Todas las transformaciones de las coordenadas deben ser admitidas en la medida en que esas transformaciones están libres de singularidades. Sólo las ecuaciones que son covariantes en relación con transformaciones arbitrarias, en este sentido, tienen significado como expresiones de leyes generales de la naturaleza (postulado de la covarianza general).

El primer objetivo de la teoría de la relatividad general era una versión preliminar que, aunque no cumpliera los requisitos de un sistema cerrado, podía enlazarse de manera muy simple con los «hechos directamente observables». Si la teoría se restringía a la pura mecánica gravitatoria, la teoría de la gravedad de Newton podía servir como modelo. Esta versión preliminar puede caracterizarse así:

l. El concepto de punto material y el de su masa se conservan. Una ley del movimiento es formulada para dicho punto y esta ley resulta ser la traducción de la ley de la inercia al lenguaje de la teoría de la relatividad general. Esta ley es un sistema de ecuaciones diferenciales totales, el sistema característico de la línea geodésica.

2. La ley de Newton de la interacción por la gravedad es reemplazada por el sistema de las ecuaciones diferenciales covariantes gene-

rales más simples que pueden establecerse para el tensor $g_{\mu\nu}$. Se forma igualando a cero el tensor de la curvatura riemanniana ($R_{\mu\nu} = 0$).

Esta formulación permite el tratamiento del problema de los planetas. Para decirlo con mayor precisión, permite el tratamiento del problema del movimiento de puntos materiales de masa prácticamente despreciable en el campo gravitatorio (simétrico con respecto al centro) producido por un punto material que, se supone, está «en descanso». No toma en cuenta la reacción de los puntos materiales «en movimiento» en el campo gravitatorio ni se para a considerar cómo produce ese campo gravitatorio la masa central.

Por analogía con la mecánica clásica se observa que la siguiente es una forma de completar la teoría; se establecen como ecuaciones de campo

$$R_{ik} - \tfrac{1}{2} g_{ik} R = -T_{ik},$$

donde R representa el escalar de la curvatura de Riemann, T_{ik} el tensor de energía de la materia en una representación fenomenológica. El miembro izquierdo de la ecuación ha sido elegido de tal modo que su divergencia desaparece idénticamente. La desaparición correspondiente de la divergencia del miembro derecho produce las «ecuaciones de movimiento» de la materia, en forma de ecuaciones diferenciales parciales para el caso en que T_{ik} introduce, para la descripción de la materia, sólo *cuatro* funciones independientes más (por ejemplo, componentes de densidad, presión y velocidad, donde entre los últimos existe una identidad y entre la presión y la densidad una ecuación de condición).

Con esta formulación toda la mecánica gravitatoria se reduce a la solución de un único sistema de ecuaciones diferenciales parciales covariantes. Esta teoría evita todos los defectos que hemos atribuido a la base de la mecánica clásica. Por lo que sabemos, esta teoría es suficiente para la representación de los hechos observados de la mecánica celestial. Pero es similar a un edificio, una de cuyas alas está construida con fino mármol (miembro izquierdo de la ecuación), en tanto que la otra ha sido hecha con madera de mala calidad (miembro derecho de la ecuación). La representación fenomenológica de la materia es, en realidad, sólo un rústico sustituto de una representación que hiciera justicia a todas las propiedades conocidas de la materia.

No existe dificultad para conectar la teoría de Maxwell de campo electromagnético con la teoría de campo gravitatorio en la medida en que nos restrinjamos al espacio libre de materia ponderable y libre de densidad eléctrica. Todo lo que se necesita es poner en el miembro derecho de la anterior ecuación en lugar de T_{ik} , el tensor de energía del campo electromagnético en el espacio libre y unir al sistema de ecuaciones así modificado la ecuación de Maxwell para el espacio libre, escrita en forma covariante general. Bajo estas condiciones, entre todas estas ecuaciones existirá un número suficiente de identidades diferenciales para garantizar su consistencia. Podemos agregar que esta propiedad formal necesaria del sistema total de ecuaciones permite elegir en forma arbitraria el signo del miembro T_{ik}, un hecho que más tarde ha resultado ser importante.

El deseo de obtener, en los fundamentos de la teoría, la mayor unidad posible ha desembocado en diversos intentos de incluir el campo gravitatorio y el campo electromagnético en un todo formal unificado. Aquí hemos de mencionar en particular la teoría de las cinco dimensiones de Kaluza y Klein. Después de haber estudiado esta posibilidad con especial cuidado, considero que es preferible aceptar la carencia de uniformidad interna que presenta la teoría original, porque no creo que la totalidad de las hipótesis de la teoría de cinco dimensiones contenga menos elementos arbitrarios que la teoría original. La misma afirmación se podría hacer respecto a la versión proyectiva de la teoría, que ha sido elaborada con gran cuidado, en especial por von Dantzig y por Pauli.

Las anteriores consideraciones se refieren, en forma exclusiva, a la teoría de campo, libre de materia. A partir de ahí, ¿qué hemos de hacer para obtener una teoría completa de la materia atómica? En una teoría ideal las singularidades tendrán que estar excluidas, sin duda, porque sin esa exclusión las ecuaciones diferenciales no determinan por completo el campo total. Aquí, en la teoría de campo de la relatividad general, nos enfrentamos con el mismo problema de la representación teórica de campo de la materia, tal como lo habíamos visto en relación con la teoría pura de Maxwell.

Y una vez más el intento de obtener una construcción teórica de campo de las partículas nos lleva, en apariencia, a ciertas singularidades. También en este caso se ha realizado un esfuerzo para superar este defecto mediante la introducción de nuevas variables de campo y la elaboración y extensión del sistema de ecuaciones de campo. Sin

embargo, hace poco tiempo, en colaboración con el doctor Rosen, hemos descubierto que la combinación más simple de ecuaciones de campo de la gravedad y electricidad mencionada anteriormente produce soluciones centralmente simétricas, libres de cualquier singularidad (las conocidas soluciones centralmente simétricas de Schwarzschild para el campo gravitatorio puro y las de Reissner para el campo eléctrico con consideración de su acción gravitatoria). A esto nos referiremos en un párrafo siguiente, en forma breve. Por este camino parece posible establecer, para la materia y sus interacciones, una teoría de campo pura, libre de hipótesis adicionales, una teoría que al ser sometida a verificación empírica no nos cree más dificultades que las puramente matemáticas (que, desde luego, son muy serias).

V. Teoría cuántica y los fundamentos de la física

Los físicos teóricos de nuestra generación están esperando que se erija una nueva base teórica para la física que usaría conceptos distintos por completo de los que utiliza la teoría de campo considerada hasta el presente. El motivo es que se ha demostrado que es necesario emplear —para la representación matemática de los fenómenos llamados cuánticos— unos métodos enteramente nuevos.

En tanto que, tal como lo ha mostrado la teoría de la relatividad, el fracaso de la mecánica clásica está vinculado al carácter finito de la velocidad de la luz, se ha descubierto a comienzos de este siglo que existen otras clases de incongruencias entre las deducciones de la mecánica y los hechos experimentales, incongruencias que están relacionadas con el carácter finito (no nulo) de la constante h de Planck. En particular, mientras que la mecánica molecular requiere que tanto la cantidad de calor y la densidad (monocromática) de radiación de los cuerpos sólidos disminuyan *en proporción* con la disminución de la temperatura absoluta, la experiencia ha demostrado que disminuyen mucho más rápidamente que la temperatura absoluta. Para una explicación teórica de este comportamiento era necesario suponer que la energía de un sistema mecánico no puede tomar valores arbitrarios, sino sólo ciertos valores discretos cuyas expresiones matemáticas son siempre dependientes de la constante h de Planck. Además, esta concepción era esencial a la teoría del átomo (teoría de Bohr). Para la transición de estos estados en otros

—con o sin emisión o absorción de radiación— no podían establecerse leyes causales, sino exclusivamente leyes estadísticas; y una conclusión similar es válida para la descomposición radiactiva de los átomos, que fue investigada con sumo cuidado por ese mismo tiempo. A lo largo de más de dos décadas, los físicos han tratado en vano de encontrar una interpretación uniforme de este «carácter cuántico» de los sistemas y los fenómenos. Esta empresa tuvo éxito hace unos diez años, gracias a dos métodos teóricos diferentes por completo entre sí. Uno de esos métodos ha sido obra de Heisenberg y Dirac y el otro ha surgido del trabajo de de Broglie y Schrödinger, La equivalencia matemática de ambos métodos fue reconocida muy prontamente por Schrödinger. Aquí trataré de bosquejar la línea de pensamiento de de Broglie y Schrödinger, que está más cercana al método que utiliza el físico, y acompañaré esa descripción con algunas consideraciones generales.

La cuestión es, en primer lugar: ¿cómo se puede asignar una sucesión discreta de valores de energía H_σ a un sistema concreto en el sentido de la mecánica clásica? (La función de energía es una función dada de las coordenadas q_r y los momentos correspondientes p_r.) La constante h de Planck relaciona la frecuencia H_σ/h con los valores de la energía H_σ. Por lo tanto, es suficiente asignar al sistema una sucesión de *frecuencias* discretas. Esto nos recuerda el hecho de que en acústica una serie de frecuencias discretas está vinculada a una ecuación diferencial parcial de primer grado (para condiciones límite fijadas), es decir, a soluciones sinusoidales periódicas. De la misma manera, Schrödinger se fijó la tarea de asociar una ecuación diferencial parcial para una función escalar ψ a la función de energía dada $\varepsilon(q_r, p_r)$, donde q_r y el tiempo t son variables independientes. En esto tuvo éxito (para una función compleja ψ), de modo que los valores teóricos de la energía H_σ, como lo requiere la teoría estadística, se pudieron obtener satisfactoriamente a partir de las soluciones periódicas de la ecuación.

A decir verdad, no resultó posible asociar un movimiento definido, en el sentido de la mecánica de los puntos materiales, con una solución definida $\psi(q_r, t)$ de la ecuación de Schrödinger. Esto significa que la función ψ no determina, al menos *exactamente*, la historia de los q_r como funciones del tiempo t. De acuerdo con Born, sin embargo, se ha demostrado que es posible una interpretación del significado físico de las funciones ψ, de la siguiente forma: $\psi\,\psi$ (el

cuadrado del valor absoluto de la función compleja ψ) es la densidad de probabilidad en el punto bajo consideración, en el espacio de configuración de q_r en el tiempo t. Es posible, pues, caracterizar el contenido de la ecuación de Schrödinger de una manera fácilmente comprensible aunque no muy precisa. Se trata de lo siguiente: ese contenido determina cómo varía la densidad de probabilidad de un conjunto estadístico de sistemas en el espacio de configuración con el tiempo. En pocas palabras: la ecuación de Schrödinger determina el cambio de la función ψ de q_r con el tiempo.

Ha de mencionarse que los resultados de esta teoría contienen —como valores límite— los resultados de la mecánica de partículas, si las longitudes de onda halladas en la solución del problema de Schrödinger son siempre tan pequeñas, que la energía potencial varía por acción de una cantidad prácticamente infinitesimal, para una distancia de una longitud de onda en el espacio de configuración. Bajo estas condiciones se puede demostrar lo siguiente: elegimos una región G_0 en el espacio de configuración que, aunque muy amplia (en todas las direcciones) en relación con la longitud de onda, es pequeña en relación con las dimensiones relevantes del espacio de configuración. Bajo estas condiciones es posible elegir una función ψ para un tiempo inicial t_0, de tal modo que se anule fuera de la región G_0 y se comporte, según la ecuación de Schrödinger, reteniendo esa propiedad —al menos aproximadamente— también para un tiempo posterior, t, en el que la región G_0 se ha convertido en otra región G. De esta forma, con cierto grado de aproximación, se puede hablar del movimiento de la región G como un conjunto y es posible aproximarse a este movimiento mediante el movimiento de un punto en el espacio de configuración. Este movimiento coincide, pues, con el movimiento requerido por las ecuaciones de la mecánica clásica.

Los experimentos sobre interferencias realizados con rayos de partículas han proporcionado una brillante verificación de la correspondencia con los hechos del carácter ondulatorio de los fenómenos del movimiento, tal como lo supone la teoría. Además de esto, la teoría ha logrado demostrar con facilidad las leyes estadísticas de la transición de un sistema de un estado cuántico a otro bajo la acción de fuerzas externas, lo que, desde el punto de vista de la mecánica clásica, parece un milagro. Las fuerzas externas estaban representadas en este caso por aumentos de la energía potencial

durante períodos breves de tiempo. Mientras que en la mecánica clásica esos aumentos pueden producir sólo cambios relativamente pequeños del sistema, en la mecánica cuántica los producen de cualquier magnitud, incluso grandes, pero con una probabilidad pequeña, resultado que se halla en perfecta armonía con la experiencia. Incluso la comprensión de las leyes de la radiactividad, al menos en líneas generales, surgió de esta teoría.

Probablemente nunca antes se había desarrollado una teoría que proporcionara la clave para la interpretación y cálculo de un grupo de fenómenos empíricos tan heterogéneo como el que abarca la teoría cuántica. A pesar de esto, con todo, creo que la teoría es capaz de inducirnos a error en nuestra búsqueda de una base uniforme para la física porque, a mi entender, es una representación *incompleta* de la realidad, aunque es la única que puede construirse a partir de los conceptos fundamentales de fuerza y punto material (correcciones cuánticas a la mecánica clásica). Su carácter incompleto necesariamente conduce a la naturaleza estadística (carácter incompleto) de las leyes. Ahora expondré las razones de esta opinión.

En primer lugar pregunto lo siguiente: ¿hasta qué punto la función ψ describe un estado real de un sistema mecánico? Supongamos que ψ_r son las soluciones periódicas (ordenadas según valores de energía crecientes) de la ecuación de Schrödinger. De momento dejaré abierta la pregunta de hasta qué punto los ψ_r individuales son descripciones *completas* de estados físicos. Un sistema está primero en el estado ψ_1 de la energía más baja ε_1. Después, durante un tiempo finito, una pequeña fuerza perturbadora actúa sobre el sistema. Un momento más tarde, a partir de la ecuación de Schrödinger se obtiene una función ψ de la forma:

$$\psi = \Sigma\, c_r \psi_r$$

donde c_r son constantes (complejas). Si las ψ están «normalizadas», $|c_1|$ es casi igual a 1, $|c_2|$, etc., es pequeño comparado con l. Ahora corresponde preguntar: ¿ψ describe un estado real del sistema? Si la respuesta es afirmativa, no podremos por menos que adscribir a este estado* una energía ε y, en particular, una energía que excede ε_1 por

* Porque de acuerdo con una consecuencia de la teoría de la relatividad la energía de un sistema completo (en reposo) es igual a su inercia (como conjunto). Esta, sin embargo, ha de tener un valor preciso.

un poco (en cualquier caso $\varepsilon_1 < \varepsilon < \varepsilon_2$). No obstante, esa suposición no concuerda con los experimentos sobre impactos del electrón, tal como los realizaron J. Franck y G. Hertz, si se toma en cuenta la demostración de Millikan sobre la naturaleza discreta de la electricidad. En realidad, estos experimentos nos llevan a la conclusión de que no existen valores de energía situados entre los valores cuánticos. De aquí podemos deducir que nuestra función ψ de ninguna manera describe un estado homogéneo del sistema, sino que es más bien una descripción estadística en la que los C_r representan las probabilidades de los valores individuales de energía. Por lo tanto, parece claro que la interpretación estadística que Born hiciera con respecto a la teoría cuántica es la única posible. La función ψ de ningún modo describe un estado que pudiera ser el de un sistema único; se refiere a muchos sistemas, a «un conjunto de sistemas» en el sentido de la mecánica estadística. Si, con excepción de ciertos casos especiales, la función ψ provee tan sólo datos *estadísticos* de magnitudes mensurables, el motivo está no sólo en el hecho de que la *operación de medición* introduce elementos desconocidos, sino también en el hecho de que la función ψ en ningún sentido, describe el estado de *un* sistema único. La ecuación de Schrödinger determina las variaciones en el tiempo que ocurren en el conjunto de sistemas que pueden existir independientemente de cualquier acción externa sobre el sistema único.

Esta interpretación también elimina la paradoja que no hace mucho he demostrado con la ayuda de dos colaboradores y que se relaciona con el siguiente problema:

Consideremos un sistema mecánico que consiste en dos sistemas parciales *A* y *B* que se mantienen en interacción durante un tiempo limitado. Supongamos que la función ψ antes de la interacción es conocida. Entonces la ecuación de Schrödinger tendrá que darnos la función ψ después de que se haya producido la interacción. Determinemos ahora el estado físico del sistema parcial *A* tan completamente como nos sea posible mediante mediciones. A continuación, la mecánica cuántica nos permite determinar la función ψ del sistema parcial *B* a partir de las mediciones realizadas y de la función ψ del sistema total. Sin embargo, esta determinación nos dará un resultado que depende de *cuál* de las cantidades físicas (observables) de *A* haya sido medida (por ejemplo, coordenadas o momentos). Toda vez que sólo puede haber *un* estado físico de *B* después

de la interacción, que puede ser razonablemente considerado independiente de la medición que hayamos realizado en el sistema *A* separado de *B*, se puede concluir que la función ψ no representa sin ambigüedad el estado físico. El que diversas funciones ψ representen el mismo estado físico del sistema *B* demuestra una vez más que la función ψ no puede ser interpretada como una descripción (completa) de un estado físico de un único sistema. También en este caso la referencia de la función ψ a un conjunto de sistemas elimina toda dificultad.*

La mecánica cuántica proporciona, de esta manera tan simple, teoremas sobre transiciones (aparentemente) discontinuas de un estado a otro, sin brindar en rigor una descripción del proceso concreto; este hecho está conectado con otro: la teoría, en realidad, no opera con el sistema único, sino con una totalidad de sistemas.

Los coeficientes c_r de nuestro primer ejemplo son apenas alterados por la acción de la fuerza externa. Con esta interpretación de la mecánica cuántica es posible comprender el motivo por el cual esta teoría puede explicar con facilidad el hecho de que unas fuerzas perturbadoras débiles sean capaces de producir cambios de cualquier magnitud en el estado físico de un sistema. Estas fuerzas perturbadoras, por cierto, producen sólo cambios pequeños de la *densidad estadística* del conjunto de los sistemas y en consecuencia sólo cambios infinitesimales en las funciones ψ, cuya descripción matemática ofrece muchas menos dificultades que las que se presentarían en la descripción matemática de cambios finitos experimentados por parte de los sistemas únicos. Es verdad, no obstante, que lo que ocurre con el sistema único permanece totalmente sin clarificar cuando se utiliza esta interpretación. El enfoque estadístico elimina por completo de la descripción ese suceso enigmático.

Pero ahora yo pregunto: ¿existe realmente algún físico que crea que jamás llegaremos a tener una percepción de estos importantes cambios que se producen en los sistemas únicos, de su estructura y de sus conexiones causales, sin considerar el hecho de que los sucesos únicos han llegado a estar tan cerca de nosotros, gracias a la

* Una medición sobre *A*, por ejemplo, implica una transición hacia un conjunto menor de sistemas. Este (su función ψ también, en consecuencia) depende del punto de vista según el cual se lleve a cabo esa reducción del conjunto de sistemas.

maravillosa invención de la cámara de Wilson y al contador Geiger? Es posible creer esto, sin incurrir en contradicción desde el punto de vista lógico, pero resulta tan contrario a mi instinto científico que no puedo abandonar la búsqueda de una concepción más completa.

A estas consideraciones debemos agregar las de otra clase, que también parecen indicar que los métodos introducidos por la mecánica cuántica no están en condiciones de proporcionar una base útil para la totalidad de la física. En la ecuación de Schrödinger, el tiempo absoluto y la energía potencial desempeñan un papel decisivo, en tanto que estos dos conceptos han sido considerados como inadmisibles en principio por la teoría de la relatividad. Si queremos escapar a esta dificultad, tendremos que basar toda teoría en el campo y en las leyes de campo, y no en las fuerzas de interacción. Esto nos lleva a aplicar los métodos estadísticos de la mecánica cuántica a los campos, es decir, a sistemas con un número infinito de grados de libertad. Aunque los intentos que hasta aquí se han realizado han estado restringidos a ecuaciones de primer grado que, tal como indica la teoría de la relatividad general, son insuficientes, las complicaciones con las que se ha tropezado resultan ya aterradoras. Y se multiplicarían si quisiéramos obedecer las exigencias de la teoría de la relatividad general, de cuya justificación nadie duda, en principio.

Es cierto que se ha señalado que la introducción de un continuo espacio-tiempo puede ser contraria a la naturaleza en razón de la estructura molecular de todo aquello que ocurre en pequeña escala. Se ha afirmado que tal vez el éxito del método de Heisenberg apunta a un método puramente algebraico de descripción de la naturaleza, es decir, a la eliminación de las funciones continuas del ámbito de la física. De modo que, a pesar de todo, también debería renunciarse al continuo espacio-tiempo. Es concebible que el ingenio humano logre algún día hallar métodos que hagan posible avanzar por ese sendero. En el momento actual, sin embargo, un programa como este se asemeja al intento de respirar en el vacío.

No cabe duda de que la mecánica cuántica ha logrado explicar una buena proporción de la verdad, y de que ha de ser piedra de toque de cualquier fundamento teórico futuro, porque debe ser deducible de él como un caso límite, tal como la electrostática es deducible de las ecuaciones de Maxwell del campo electromagnético

o como la termodinámica es deducible de la mecánica clásica. No obstante, no creo que la mecánica cuántica pueda servir como *punto de partida* en la búsqueda de este fundamento del mismo modo que, viceversa, no pueden hallarse a partir de la termodinámica (o respectivamente la mecánica estadística) los fundamentos de la mecánica.

A la vista de esta situación, parece ser enteramente justificable considerar con seriedad el problema de si se puede o no, de *alguna* manera, armonizar los fundamentos de la física de campo con los fenómenos cuánticos. ¿No es esta la única base que, con los instrumentos matemáticos de que se dispone en el presente, puede ser adaptada a las exigencias de la teoría de la relatividad general? Los físicos de hoy, en su mayoría, creen que ese intento es vano. Esta creencia puede tener sus raíces en el supuesto no justificado de que esa teoría, en una primera aproximación, tendría que llevarnos a las ecuaciones de la mecánica clásica para el movimiento de los corpúsculos o, al menos, a las ecuaciones diferenciales totales. En términos objetivos, hasta hoy no hemos llegado jamás a obtener una adecuada descripción teórica de campo de los corpúsculos libre de singularidades y *a priori* nada podemos decir acerca del comportamiento de esas entidades. Sin embargo, *una cosa* es segura: si una teoría de campo proporciona una representación de los corpúsculos libre de singularidades, en ese caso el comportamiento de los corpúsculos en el tiempo está determinado únicamente por las ecuaciones diferenciales del campo.

VI. La teoría de la relatividad y los corpúsculos

Demostraré ahora, de acuerdo con la teoría de la relatividad general, que existen soluciones libres de singularidades para las ecuaciones de campo que pueden ser interpretadas como representando los corpúsculos. Aquí me limitaré a las partículas neutras porque, en otra publicación reciente, escrita en colaboración con el doctor Rosen, he tratado ya este problema en detalle y porque los elementos esenciales del problema pueden ser descritos por entero en el caso de dichas partículas.

El campo gravitatorio está descrito por completo mediante el tensor $g_{\mu\nu}$. En los símbolos de tres índices $\Gamma^{\sigma}_{\mu\nu}$ aparecen también las contravariantes $g_{\mu\nu}$ que se definen como los menores de $g_{\mu\nu}$ divididos

por el determinante $g(= |g_{\alpha\beta}|)$. Con el fin de que los R_{ik} estén definidos y sean finitos, no es suficiente que haya en el entorno de todo punto del continuo un sistema de coordenadas en el que los $g_{\upsilon\nu}$ y sus primeros cocientes diferenciales sean continuos y diferenciables, sino que también es necesario ciue el determinante g no adquiera valor nulo. Sin embargo, esta última restricción desaparece si se reemplazan las ecuaciones diferenciales $R_{ik} = 0$ por $g^2R_{ik} = 0$, cuyos miembros izquierdos son funciones racionales enteras de g_{ik} y de sus derivadas.

Estas ecuaciones tienen la solución centralmente simétrica dada por Schwarzschild

$$ds^2 = -\frac{1}{1 - 2m/r}\,dr^2 - r^2(d\theta^2 + \operatorname{sen}^2\theta d\varphi^2) + \left(1 - \frac{2m}{r}\right)dt^2.$$

Esta solución posee una singularidad en $r = 2m$, porque el coeficiente de dr^2 (es decir, g_{11}) se vuelve infinito sobre esta hipersuperficie. Sin embargo, si reemplazamos la variable r por ρ definida por la ecuación

$$\rho^2 = r - 2m$$

obtenemos

$$ds^2 = -4(2m + \rho^2)d\rho^2 - (2m + \rho^2)^2(d\theta + \operatorname{sen}^2\theta d\varphi^2) + \frac{\rho^2}{2m + \rho^2}\,dt^2.$$

Esta solución se comporta con regularidad para todos los valores de ρ. La anulación del coeficiente de dt^2 (es decir, g_{44}) para $\rho = 0$ resulta —es verdad— en la consecuencia siguiente: el determinante g se anula para ese valor. Pero con los métodos adoptados para escribir las ecuaciones de campo, esto no constituye una singularidad.

Si ρ varía de $-\infty$ a $+\infty$, r varía de $+\infty$ a $r = 2m$ y después otra vez a $+\infty$, en tanto que para los valores de r correspondientes a $r < 2m$ no existen valores reales correspondientes de ρ. Por consiguiente, la solución de Schwarzschild se convierte en una solución regular mediante la representación del espacio físico como compuesto por dos «láminas» idénticas en contacto en toda la hipersuperficie $\rho = 0$ (es decir, $r = 2m$), sobre la cual el determinante g se anula. Denomi-

naremos «puente» a esa conexión entre las dos láminas (idénticas). De modo que la existencia de ese puente entre las dos láminas en el ámbito finito corresponde a la existencia de una partícula material neutra que se describe libre de singularidades.

La solución al problema del movimiento de las partículas neutras evidentemente equivale al descubrimiento de soluciones de las ecuaciones gravitatorias (escritas libres de denominadores), en cuanto contienen varios puentes.

La concepción esbozada aquí corresponde, *a priori,* a la estructura atómica de la materia en la medida en que el «puente» es por su naturaleza un elemento discreto. Además, vemos que la masa constante m de las partículas neutras debe necesariamente ser positiva, dado que ninguna solución libre de singularidades puede corresponder a la solución de Schwarzschild para un valor negativo de m. Sólo el examen de los distintos problemas de puente puede demostrar si este método teórico proporciona o no una explicación de la igualdad empíricamente demostrada de las masas de las partículas halladas en la naturaleza, y si toma en cuenta los hechos que la mecánica cuántica ha explicado de un modo tan extraordinario.

De una manera análoga es posible demostrar que las ecuaciones combinadas de la gravedad y la electricidad (con la elección adecuada del signo del miembro eléctrico en las ecuaciones gravitatorias) producen una representación-puente libre de singularidades del corpúsculo eléctrico. La más simple de las soluciones de este tipo es la que sirve para una partícula eléctrica sin masa pesante.

Hasta que no se consigan vencer las considerables dificultades matemáticas propias de la solución de los problemas de varios puentes, nada se puede decir respecto a la utilidad de la teoría desde el punto de vista físico. Sin embargo, este es en realidad el primer intento de elaboración consistente de una teoría de campo, que tiene la posibilidad de explicar las propiedades de la materia. A favor de este intento se puede agregar que se ha basado en las ecuaciones de campo relativistas más simples conocidas.

Resumen

La física constituye un sistema lógico de pensamiento que está en estado de evolución, cuyas bases no pueden destilarse —por así decirlo— de la experiencia mediante un método inductivo, sino que

sólo pueden ser obtenidas por libre invención. La justificación (contenido de verdad) del sistema reside en la verificación de sus conclusiones por los sentidos, motivo por el cual la relación de estos con aquellas sólo puede ser captada en forma intuitiva. La evolución de la ciencia avanza en la dirección de una creciente simplicidad de la base lógica. Con el fin de lograr una mayor aproximación a ese objetivo tenemos que aceptar que la base lógica se separe más y más de los hechos de la experiencia y que el camino mental que une los fundamentos de la física con sus conclusiones, que se correlacionan con las experiencias sensoriales, se alargue y se dificulte de modo continuo.

Nuestra finalidad ha sido esbozar, tan brevemente como fuera posible, el desarrollo de los conceptos fundamentales en su dependencia de los hechos de la experiencia y del esfuerzo por lograr la perfección interna del sistema. Estas consideraciones pretenden iluminar el estado presente del problema, tal como yo lo veo. (Es inevitable que una exposición histórica esquemática esté teñida de subjetivismo.)

Trato de demostrar de qué manera están conectados entre sí y con la naturaleza de nuestra experiencia los conceptos de objeto material, espacio y tiempo objetivo y subjetivo. En la mecánica clásica los conceptos de espacio y tiempo se independizaron. El concepto de objeto material es reemplazado en los fundamentos de la física por el concepto de punto material, medio por el cual la mecánica se convierte fundamentalmente en atomista. La luz y la electricidad producen dificultades insuperables cuando se intenta erigir a la mecánica en base de toda la física. Así nos vemos llevados a la teoría de campo de la electricidad y, más adelante, a procurar que la base de la física entera sea el concepto de campo (después de una tentativa de compromiso con la mecánica clásica). Este esfuerzo conduce a la teoría de la relatividad (evolución de la noción de espacio y de tiempo hacia la de continuo con una estructura métrica).

Trato de demostrar, además, por qué en mi opinión la teoría cuántica no parece capaz de aportar una fundamentación adecuada de la física: tan pronto como se intenta considerar a la descripción teórica cuántica como una descripción *completa* del sistema o del fenómeno físico individual, surgen contradicciones.

Por otra parte, la teoría de campo es todavía incapaz de explicar la estructura molecular de la materia y de los fenómenos cuánticos.

Sin embargo, he mostrado que la convicción en la incapacidad de la teoría de campo para resolver estos problemas a través de sus métodos está basada en un prejuicio.

Los fundamentos de la física teórica

Tomado de *Science*, Washington, D. C., 24 de mayo de 1940.

La ciencia es un intento de lograr que la diversidad caótica de nuestras experiencias sensoriales corresponda a un sistema de pensamiento lógicamente uniforme. En este sistema cada experiencia debe estar en correlación con la estructura teórica de tal modo que la relación resultante sea única y convincente.

Las experiencias sensoriales representan lo dado. Pero la teoría que tendrá que interpretarlas está hecha por el hombre. Se trata del resultado de un proceso de adaptación de carácter extremadamente arduo: hipotético, nunca definitivo, siempre sujeto a la crítica y a la duda.

La manera científica de formar conceptos se distingue de la que utilizamos en la vida de cada día no sustancialmente, sino sólo en la mayor precisión de las definiciones de los conceptos y las conclusiones; una elección más esmerada y sistemática del material experimental; una mayor economía lógica. Esto último significa el esfuerzo por reducir todos los conceptos y correlaciones a la menor cantidad posible de conceptos y axiomas básicos lógicamente independientes.

Lo que denominamos física abarca ese grupo de ciencias naturales que fundamentan sus conceptos en mediciones, y cuyos conceptos y proposiciones se prestan a una formulación matemática. Por consiguiente, su campo se define como aquella parte de la suma total de nuestro conocimiento que es capaz de ser expresada en términos matemáticos. Con el progreso de la ciencia, el campo de la física se ha expandido tanto que sólo parece estar limitado por las limitaciones del propio método.

La mayor parte de la investigación física está dedicada al desarrollo de las diversas ramas de la física, en cada una de las cuales el objeto es la comprensión teórica de campos de experiencia más o menos restringidos, y en cada una de las cuales las leyes y los conceptos

permanecen unidos a la experiencia lo más estrechamente posible. Esta disciplina científica, con su siempre creciente especialización, es la que ha evolucionado la vida práctica en los últimos siglos y ha dado nacimiento a la posibilidad de que el hombre se haya visto liberado, por fin, del duro peso del esfuerzo físico.

Por otra parte, desde el comienzo mismo, siempre ha estado presente el intento de hallar una base teórica unificadora de todas estas ramas, que consista en un mínimo de conceptos y relaciones fundamentales, y de la que todos los conceptos y las relaciones de cada rama puedan ser derivados por un proceso lógico. A esto nos referimos al hablar de la búsqueda de un fundamento para toda la física. La firme creencia de que ese objetivo último puede ser alcanzado es la fuente principal de la devoción apasionada que siempre ha animado al investigador. En este sentido están dedicadas las siguientes observaciones sobre los fundamentos de la física.

De lo ya dicho surge con claridad que la palabra fundamentos en este contexto no tiene exactamente el mismo significado que los fundamentos de un edificio. Desde el punto de vista lógico, por supuesto, las diversas leyes de la física se asientan sobre esos fundamentos. Pero en tanto que un edificio puede verse seriamente dañado por una fuerte tormenta o unas inundaciones y, sin embargo, sus fundamentos permanecen intactos, en el ámbito de la ciencia el fundamento lógico está siempre expuesto al gran peligro que proviene de las nuevas experiencias o del nuevo conocimiento; este peligro es mucho mayor que el que corren las distintas ramas, a causa del mayor contacto que estas guardan con la experiencia. En la conexión entre el fundamento y cada una de las partes se asienta su gran significación y, asimismo, el mayor de los peligros ante cualquier nuevo factor. Cuando comprendemos esto, nos sorprende que las llamadas épocas revolucionarias de la física no hayan cambiado sus fundamentos más a menudo de un modo más integral.

El primer esfuerzo por establecer una fundamentación teórica uniforme fue la obra de Newton. En su sistema todo se reduce a los siguientes conceptos: 1) puntos de masa con masa invariable; 2) acción a distancia entre cualquier par de puntos de masa; 3) ley del movimiento para el punto de masa. Si hablamos en términos estrictos, no se trata de un fundamento que lo abarque todo, porque se formuló una ley explícita sólo para las acciones a distancia de la gravedad; en tanto que nada se estableció *a priori* por otras acciones

a distancia, a excepción de la ley de igualdad de acción y reacción. Además, el mismo Newton comprendió en todo su alcance que el tiempo y el espacio eran elementos esenciales de su sistema, como factores efectivos desde el punto de vista físico, aunque sólo lo fueran por inferencia.

Esta base newtoniana resultó muy fructífera y fue considerada definitiva hasta fines del siglo XIX. No sólo proporcionó resultados precisos en el caso de los movimientos de los cuerpos celestes, sino que también proporcionó una teoría de la mecánica de masas discretas y continuas, una explicación simple del principio de conservación de la energía y una teoría térmica completa y brillante. La explicación de los fenómenos electrodinámicos dentro de los límites del sistema de Newton era más forzada. Y lo menos convincente, desde un primer momento, fue la teoría de la luz.

No es sorprendente que Newton prestara oídos sordos a una teoría ondulatoria de la luz, porque tal teoría resultaba poco acorde con sus fundamentos teóricos. El supuesto de que el espacio estaba ocupado por un medio formado por puntos materiales que propagaban las ondas luminosas, sin exhibir ninguna otra propiedad mecánica, debe de haberle parecido muy artificial. Los argumentos empíricos más poderosos en favor de la naturaleza ondulatoria de la luz, velocidades de propagación fijas, interferencia, difracción, polarización, o bien eran desconocidos o bien no se conocían en una síntesis bien ordenada. La adhesión de Newton a su teoría corpuscular de la luz estaba justificada.

A lo largo del siglo XIX la disputa fue dirimida en favor de la teoría ondulatoria; sin embargo, no surgió ninguna seria duda con respecto a los fundamentos mecánicos de la física, en primer lugar porque nadie sabía dónde hallar un fundamento de otro tipo. Sólo con mucha lentitud, bajo la irresistible presión de los hechos, se desarrolló una nueva fundamentación: la física de campos.

A partir de la época de Newton, la teoría de la acción a distancia fue constantemente puesta en entredicho. No faltaron los esfuerzos para explicar la gravedad mediante una teoría cinética, es decir, una teoría basada en las fuerzas de colisión de partículas de masa hipotéticas. Pero los intentos fueron superficiales y no rindieron frutos. El extraño papel desempeñado por el espacio (o sistema inercial) dentro del fundamento mecánico fue también claramente reconocido y criticado con especial lucidez para Ernst Mach.

El gran cambio lo aportaron Faraday, Maxwell y Hertz, en realidad de una manera casi inconsciente e incluso en contra de sus voluntades. Los tres investigadores, durante sus vidas, se consideraron adherentes de la teoría mecánica. Hertz halló la forma más simple de las ecuaciones del campo electromagnético y declaró que toda teoría que llevara a esas ecuaciones era una teoría maxwelliana. Sin embargo, hacia el fin de su breve vida, escribió un ensayo en el que presentaba como fundamento de la física una teoría mecánica liberada del concepto de fuerza.

Para nosotros, los que —por así decirlo— mamanos las ideas de Faraday junto con la leche materna, es difícil apreciar la grandeza y audacia de esos hombres. Faraday debe haber comprendido con un instinto infalible la naturaleza artificial de todos los intentos de referir los fenómenos electromagnéticos a acciones a distancia entre partículas que reaccionen entre sí. En un papel cubierto de limaduras de hierro, ¿cómo podía saber cada una de ellas de la existencia de partículas eléctricas moviéndose en un conductor cercano? Todas esas partículas eléctricas unidas parecían crear a su alrededor un estado que a su vez producía cierto ordenamiento de las limaduras. Estos estados espaciales, hoy llamados campos, en el caso de ser correctamente conocidos en su estructura geométrica y en su acción interdependiente, proporcionarían la clave para comprender las misteriosas interacciones electromagnéticas. Y de esto Faraday estaba convencido. Concibió, pues, estos campos como estados de tensión mecánica en un medio que llenaba el espacio, similar a los estados de tensión en un cuerpo elásticamente distendido. Por aquel tiempo esta era la única manera de concebir estados que estaban aparentemente distribuidos de modo continuo en el espacio. La peculiar interpretación mecánica de estos campos permaneció en un segundo plano: una especie de aplacamiento de la conciencia científica en vista de la tradición mecánica de la época de Faraday. Con el auxilio de estos nuevos conceptos de campo, Faraday estuvo en condiciones de formar un concepto cualitativo de todo el conjunto de efectos electromagnéticos descubiertos por él y sus predecesores. La formulación precisa de las leyes de espacio-tiempo de esos campos fue obra de Maxwell. ¡Los sentimientos que debió experimentar al comprobar que las ecuaciones diferenciales que él había formulado indicaban que los campos electromagnéticos se expandían en forma de ondas polarizadas y a la velocidad de la luz! A muy

pocos hombres en el mundo les ha sido concedida una experiencia de esa índole. En ese momento crucial seguro que no se le ocurrió que la enigmática naturaleza de la luz, en apariencia resuelta por completo, seguiría desconcertando a las generaciones posteriores. Entre tanto, llevó todavía varias décadas comprender el pleno significado del descubrimiento de Maxwell: tan enorme era el salto que su genio había obligado a dar a la física. Sólo después de que Hertz hubo demostrado experimentalmente la existencia de las ondas electromagnéticas de Maxwell, se quebrantó la resistencia ante la nueva teoría.

Pero si el campo electromagnético puede existir como una onda independiente de la fuente material, la interacción electrostática ya no puede ser explicada como acción a distancia. Y lo que era verdad para la acción eléctrica no podía ser negado para la gravedad. En todas partes, las acciones a distancia de Newton daban origen a campos que se expandían a velocidad finita.

De los fundamentos de Newton quedaban ahora sólo los puntos materiales de masa, sujetos a las leyes del movimiento. Pero J. J. Thomson señaló que un cuerpo en movimiento que lleva una carga eléctrica, según la teoría de Maxwell, posee un campo magnético cuya energía se comporta precisamente como un aumento de energía cinética sobre el cuerpo. Si una parte de la energía cinética, consiste, pues, en energía de campo, ¿no podría ser esto verdad de toda la energía cinética? ¿Tal vez sería posible explicar dentro de la teoría de campos la propiedad básica de la materia, su inercia? Esta pregunta condujo hacia una interpretación de la materia en términos de la teoría de campos, que habría de proporcionar una explicación de la estructura atómica de la materia. Prontamente se advirtió que la teoría de Maxwell no podía cumplir con ese programa. A partir de entonces, muchos científicos han empeñado todo su esfuerzo en tratar de completar la teoría de campos mediante alguna generalización que incluyera una teoría de la materia. Pero hasta el presente esos esfuerzos no han sido coronados con el éxito. Cuando se trata de forjar una teoría, no basta tener una clara concepción del objetivo. También se ha de fijar un punto de vista formal que restrinja suficientemente la ilimitada variedad de posibilidades. Hasta estos momentos no se ha hallado; por ello, la teoría de campos no ha podido proporcionar una fundamentación de toda la física.

A lo largo de varias décadas, la mayoría de físicos se aferraron a la convicción de que se encontraría una subestructura mecánica a la

teoría de Maxwell. Pero los resultados insatisfactorios de sus esfuerzos condujeron a una gradual aceptación de los nuevos conceptos de campo como fundamentales e irreductibles; en otras palabras: los físicos se resignaron a dejar de lado la idea de una fundamentación mecánica.

Y así, los físicos se remitieron a un programa basado en la teoría de campos. Pero no podía llamarse un fundamento, en razón de que nadie podía decir si una teoría de campos consistente podría llegar a explicar la gravedad, por un lado, y los componentes elementales de la materia, por otro. En ese estado de cosas, era necesario considerar las partículas materiales como puntos de masa sujetos a las leyes del movimiento de Newton. Este fue el procedimiento seguido por Lorentz al crear su teoría del electrón y la teoría de los fenómenos electromagnéticos de los cuerpos en movimiento.

A este punto habían llegado las concepciones fundamentales a fines del siglo pasado. Se había logrado un inmenso progreso en la penetración y comprensión de importantes grupos de fenómenos nuevos; pero la erección de un fundamento unificado para la física parecía, sin duda, muy remota. Y esto se ha visto agravado, incluso, por los avances posteriores. Lo ocurrido en este siglo se caracteriza por dos sistemas teóricos esencialmente independientes el uno del otro: la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. Los dos sistemas no se contradicen entre sí en forma directa, pero parecen estar muy alejados de poderse fundir en una teoría unificada. Debemos discutir las ideas básicas de esos dos sistemas.

La teoría de la relatividad ha surgido de los esfuerzos realizados para mejorar, en el ámbito de la economía lógica, los fundamentos de la física tal como existían a fines del siglo pasado. La llamada teoría de la relatividad especial o restringida está basada en el hecho de que las ecuaciones de Maxwell (y así la ley de la propagación de la luz en el espacio vacío) se convierten en ecuaciones de la misma forma cuando son sometidas a la transformación de Lorentz. Esta propiedad formal de las ecuaciones de Maxwell se complementa con el buen conocimiento empírico de que las leyes de la física son las mismas con respecto a todos los sistemas inerciales. Por esta vía se llega al siguiente resultado: la transformación de Lorentz —aplicada a las coordenadas de espacio y tiempo— debe regir la transición de un sistema inercial a otro. El contenido de la teoría de la relatividad restringida puede, en consecuencia, resumirse en una sola expre-

sión: todas las leyes naturales deben estar condicionadas de tal manera que resulten covariantes con respecto a las transformaciones de Lorentz. De esto se concluye que la simultaneidad de los sucesos distantes no es un concepto invariante y que las dimensiones de los cuerpos rígidos y la marcha de los relojes dependen de sus estados dinámicos respectivos. Otra consecuencia posterior fue la modificación de las leyes del movimiento de Newton, en los casos en que la velocidad de un cuerpo dado no era pequeña comparada con la velocidad de la luz. De aquí se dedujo el principio de la equivalencia de masa y energía; las leyes de conservación de la masa y de la energía se convirtieron en una sola y la misma. Una vez que se hubo demostrado que la simultaneidad era relativa y dependía del marco de referencia, desapareció toda posibilidad de mantener las acciones a distancia dentro de los fundamentos de la física, porque ese concepto presuponía el carácter absoluto de la simultaneidad (debe ser posible establecer la posición de dos puntos de masa que estén en interacción «al mismo tíempo»).

La teoría de la relatividad general debe su origen al esfuerzo por explicar un hecho conocido desde los tiempos de Galileo y Newton pero que hasta el presente eludía toda interpretación teórica: la inercia y el peso de un cuerpo, dos cosas en sí mismas por completo distintas, son medidas por una misma constante, la masa. A partir de esta correspondencia se sigue que es imposible descubrir por medios experimentales si un sistema dado de coordenadas es acelerado o si su movimiento es recto y uniforme y los efectos observados deben su origen al campo gravitatorio (este es el principio de equivalencia de la teoría de la relatividad general). Esto destroza los conceptos del sistema inercial, tan pronto como aparece la gravedad. Debemos señalar aquí que el sistema inercial es un punto débil de la mecánica galileico-newtoniana. Se presupone en ella una misteriosa propiedad del espacio físico, que condiciona el tipo de sistemas de coordenadas para el que resultan válidas la ley de la inercia y las leyes newtonianas del movimiento.

Estas dificultades son evitables gracias al siguiente postulado: las leyes naturales deben formularse de tal manera que su forma sea idéntica para sistemas de coordenadas de cualquier clase de estados dinámicos. Llevar esto a cabo es la tarea de la teoría de la relatividad general. Por otra parte, deducimos de la teoría restringida la existencia de una métrica de Riemann dentro del continuo espacio-

tiempo que, de acuerdo con el principio de equivalencia, describe tanto el campo gravitatorio como las propiedades métricas del espacio. Si suponemos que las ecuaciones de campo de la gravedad son diferenciales de segundo orden, la ley de campos quedará determinada de un modo claro.

Además de este resultado, la teoría libera a la física de campos de los problemas —en común con la mecánica de Newton— derivados de la adscripción al espacio de aquellas propiedades físicas independientes que hasta entonces habían quedado ocultas por el uso de un sistema inercial. Pero no se puede aducir que estas partes de la teoría de la relatividad general, que hoy pueden ser consideradas definitivas, hayan aportado a la física una fundamentación completa y satisfactoria. En primer lugar, el campo total aparece en ella compuesto por dos partes lógicamente inconexas, la gravitatoria y la electromagnética. Y en segundo término esta teoría, tal como las primeras teorías de campos, de momento no ha proporcionado una explicación de la estructura atómica de la materia. Este fracaso está, quizá, conectado con el hecho de que hasta el presente no haya contribuido en nada a la comprensión de los fenómenos cuánticos. Para abarcar estos fenómenos, los físicos se han visto obligados a adoptar métodos enteramente nuevos, cuyas características básicas analizaremos a continuación.

En el año 1900, en el curso de una investigación puramente teórica, Max Planck hizo un descubrimiento muy importante: la ley de la radiación de los cuerpos como función de la temperatura no podía ser derivada en forma exclusiva de las leyes de la electrodinámica de Maxwell. Para llegar a resultados coherentes con la experiencia, la radiación de una frecuencia dada debía ser tratada como si estuviera integrada por átomos de energía con energía $h\nu$, donde h es la constante universal de Planck. Durante los años posteriores, se demostró que la luz era siempre producida y absorbida en esos cuantos de energía. En particular, Niels Bohr fue capaz de comprender la estructura del átomo, bajo el supuesto de que los átomos sólo pueden poseer valores discretos de energía y de que las transiciones discontinuas entre ellos están conectadas con la emisión o la absorción de esos cuantos de energía. Esto arrojó alguna luz sobre el hecho de que en su estado gaseoso los elementos y sus componentes sólo irradian y absorben luz de ciertas frecuencias muy definidas. Esto era por completo inexplicable dentro del esquema de las teo-

rías que existían por entonces. Estaba claro que, al menos dentro del campo de los fenómenos atómicos, el carácter de todo lo que sucede está determinado por estados discretos y por transiciones aparentemente discontinuas entre ellos, donde la constante *h* de Planck jugaba un papel decisivo.

El siguiente paso fue dado por de Broglie, quien se preguntó cómo podían entenderse los estados discretos mediante la ayuda de los conceptos corrientes, encontrando un paralelo con las ondas estacionarias, como por ejemplo en el caso de las frecuencias adecuadas de los tubos de órgano y de las cuerdas, en acústica. Es cierto que las acciones de las ondas del tipo aquí requerido eran desconocidas, pero podían ser construidas y sus leyes matemáticas formuladas mediante el uso de la constante *h* de Planck. De Broglie concibió un electrón que giraba en torno al núcleo atómico como si estuviera conectado con un hipotético tren de ondas y así hizo comprensible, hasta cierto punto, el carácter discreto de las trayectorias «permitidas» de Bohr por el carácter estacionario de las ondas correspondientes.

Ahora bien, en la mecánica, el movimiento de los puntos materiales está determinado por fuerzas o campos de fuerza que actúan sobre ellos. Debía esperarse, pues, que esos campos de fuerza también influenciaran los campos ondulatorios de de Broglie de una manera análoga. Erwin Schrödinger demostró de qué modo debía ser tomada en cuenta esta influencia, volviendo a interpretar ciertas formulaciones de la mecánica clásica con un ingenioso método. Incluso consiguió extender la teoría ondulatoria mecánica hasta el punto que, sin la introducción de ninguna hipótesis adicional, se hizo aplicable a cualquier sistema mecánico compuesto por un número arbitrario de puntos de masa, es decir, poseedor de un número arbitrario de grados de libertad. Esto era posible porque un sistema mecánico que consista en *n* puntos de masa es matemáticamente equivalente, en un grado considerable, a un único punto de masa que se mueva en un espacio de 3 *n* dimensiones.

Sobre la base de esta teoría fue posible obtener una representación sorprendentemente buena de una inmensa variedad de hechos que, de otro modo, se mostraban incomprensibles por completo. Pero curiosamente, se fracasó en un punto: se comprobó que era imposible asociar con estas ondas de Schrödinger movimientos precisos de los puntos de masa; y esto, después de todo, había sido el objetivo original de todo el esfuerzo.

La dificultad parecía insuperable, hasta el momento en que fue solucionada por Born, con un método tan simple como inesperado. Los campos ondulatorios de de Broglie-Schrödinger no debían interpretarse como descripciones matemáticas de cómo se produce de verdad un hecho en el tiempo y el espacio, aun cuando —por supuesto— tienen que ver con ese hecho. En realidad, esos campos son una descripción matemática de lo que podemos realmente saber acerca del sistema, y sólo sirven para hacer afirmaciones estadísticas y predicciones de los resultados de todas las mediciones que podamos llevar a cabo sobre el sistema.

Ilustraré ahora estas características generales de la mecánica cuántica por medio de un ejemplo sencillo. Consideraremos un punto de masa que está dentro de una región restringida *G* porque sobre él se ejercen fuerzas de valor finito. Si la energía cinética de ese punto de masa está por debajo de cierto límite, de acuerdo con los principios de la mecánica clásica, nunca podrá salir de la región *G*. Pero de acuerdo con la mecánica cuántica, el punto en cuestión, después de un período que no es predecible inmediatamente, está en condiciones de abandonar la región *G* en una dirección impredictible y huir hacia el espacio lindante. De acuerdo con Gamow, este es un modelo simplificado de la desintegración radiactiva.

El tratamiento teórico cuántico de este caso es el siguiente: en el tiempo t_0 tenemos un sistema de ondas de Schrödinger dentro por completo de *G*. Pero a partir del tiempo t_0 y en adelante, las ondas abandonan el interior de la región *G* en todas las direcciones, de tal manera que la amplitud de la onda de salida es pequeña si se la compara con la amplitud inicial del sistema de ondas dentro de *G*. Cuanto más se extienden estas ondas, tanto más disminuye la amplitud de las ondas que se hallan dentro de *G* y, por tanto, la intensidad de las últimas ondas que salen de *G*. Sólo después de que haya transcurrido un tiempo infinito se agotará la provisión de ondas dentro de *G*, ya que las ondas exteriores se habrán extendido sobre un espacio creciente.

¿Pero qué relación guarda este proceso ondulatorio con el primer objeto de nuestro interés, la partícula originalmente encerrada en *G*? Para responder a esta pregunta debemos imaginar algún sistema que nos permita efectuar mediciones sobre la partícula. Por ejemplo: imaginemos que en algún punto del espacio circundante hay una pantalla de tal naturaleza que la partícula, al ponerse en

contacto con ella queda adherida. Después, a partir de la intensidad de las ondas que choquen contra la pantalla en determinado punto, extraeremos conclusiones acerca de la probabilidad de que la partícula haya chocado contra la pantalla en ese lugar y en ese momento. Tan pronto como la partícula ha chocado contra algún punto particular de la pantalla, la totalidad del campo ondulatorio pierde toda su significación física; su único fin era hacer predicciones en términos de probabilidad del lugar y del momento en que la partícula chocaría contra la pantalla (o, por ejemplo, de su momento en el instante en que chocara contra la pantalla).

Todos los demás casos son análogos. El objetivo de la teoría es determinar la probabilidad de los resultados de la medición sobre un sistema en un momento determinado. Por otra parte, no pretende proporcionar una representación matemática de lo que realmente está presente o sucede en el espacio y el tiempo. En este punto, la teoría cuántica de hoy difiere en forma fundamental de todas las teorías previas de la física, tanto las mecánicas como las de campos. En lugar de un modelo de los hechos espacio-temporales reales, brinda las distribuciones de probabilidad de posibles mediciones como funciones del tiempo.

Debe admitirse que la nueva concepción teórica se debió no a la fantasía de unos científicos, sino al peso de los hechos empíricos. Todos los esfuerzos por representar las características ondulatorias de partícula observados en la luz y la materia, recurriendo en forma directa al modelo espacio-tiempo, hasta el presente han desembocado en el fracaso. Y Heisenberg ha demostrado de modo convincente, desde un punto de vista empírico, que cualquier decisión en cuanto a una estructura de la naturaleza rigurosamente determinista está descartada de una manera definitiva, en razón de la estructura atómica de nuestro aparato experimental. Por ello es probable que esté descartado que algún conocimiento futuro pueda obligar a la física a abandonar su fundamento actual teórico de carácter estadístico, en favor de otro determinista, que tratara con la realidad física en forma directa. Desde el punto de vista lógico, el problema parece ofrecer dos posibilidades, frente a las cuales, en principio, estamos en condiciones de elegir. En última instancia, la elección se hará de acuerdo con el tipo de descripción que produzca la formulación más simple de los fundamentos, hablando en términos de lógica. De momento, carecemos de toda teoría determinista

que describa directamente los propios sucesos y esté en consonancia con los hechos.

Tal como están las cosas, debemos admitir que no poseemos ninguna base teórica para la física, ninguna base a la que se pueda considerar el fundamento lógico de esta disciplina. La teoría de campos, hasta el momento presente, ha fracasado en la esfera molecular. Comúnmente se acepta que el único principio que podría servir de base a la teoría cuántica sería el que representara una translación de la teoría de campos a un esquema de la estadística cuántica. Nadie está hoy en condiciones de aventurarse a asegurar si tal cosa podrá producirse de una manera satisfactoria.

Algunos físicos, y yo mismo entre ellos, no pueden creer que debamos abandonar para siempre la idea de una representación directa de la realidad física en el espacio y en el tiempo; o que tengamos que aceptar el criterio que sostiene que los sucesos naturales son análogos a un juego de azar. Cada hombre debe elegir la dirección de sus esfuerzos; y también cada hombre puede encontrar solaz en la magnífica frase de Lessing que asegura que la búsqueda de la verdad es más preciosa que su posesión.

El lenguaje común de la ciencia

Grabación emitida por radio en ocasión de la Conferencia científica de Londres, el 28 de septiembre de 1941. Publicada en *Advancement of Science*, Londres, volumen 2, N.º 5.

El primer paso hacia el lenguaje consistió en unir acústicamente, o de cualquier otra manera, las impresiones sensoriales con unos signos conmutables. Casi todos los animales sociales han llegado a ese primitivo tipo de comunicación, al menos hasta cierto grado. Un desarrollo de mayor nivel se alcanza cuando son establecidos y comprendidos unos signos adicionales, que establecen relaciones con los primeros signos que señalaban impresiones sensoriales. En este estado ya es posible dar noticia de algunas series complejas de impresiones; podemos decir que el lenguaje ha nacido. Si la función del lenguaje es producir un entendimiento, han de existir reglas sobre las relaciones entre los signos, por una parte, y debe haber una correspondencia estable entre los signos y las impresiones, por otra

parte. En su infancia, los individuos con un mismo lenguaje asimilan estas reglas y estas relaciones, fundamentalmente gracias a la intuición. Cuando el hombre adquiere conciencia de las reglas sobre las relaciones entre signos, queda establecida la denominada gramática de la lengua.

En una etapa muy primaria, las palabras pueden corresponder en forma directa a las impresiones. En otra etapa, más tardía, esta conexión directa se pierde, en la medida en que algunas palabras se relacionan con alguna percepción sólo en el caso de utilizarse junto con otras palabras (por ejemplo, vocablos como «es», «o», «cosa»). En esta situación, son los grupos de palabras, más que las palabras aisladas, los que se refieren a las percepciones. Así, cuando el lenguaje se independiza parcialmente del trasfondo de impresiones, se ha ganado una mayor coherencia interna.

Tan sólo en este desarrollo posterior, en el que muy a menudo se hace uso de los comúnmente denominados conceptos abstractos, el lenguaje se convierte en un verdadero instrumento del razonamiento en el exacto sentido de la palabra. Pero, asimismo, este desarrollo convierte al lenguaje en una peligrosa fuente de error y engaño. Todo depende del grado en que las palabras y las combinaciones de palabras se correspondan con el mundo de las impresiones.

¿Qué es lo que determina que exista una conexión tan íntima entre el lenguaje y el pensamiento? ¿No hay pensamiento sin el uso del lenguaje, es decir, mediante conceptos y combinaciones de conceptos para los cuales no haya necesariamente que pensar en palabras? ¿No hemos luchado cada uno de nosotros, alguna vez, por encontrar las palabras, a pesar de que la conexión entre las «cosas» ya se mostraba por completo clara?

Podríamos decidirnos a atribuir al acto del pensar una independencia total ante el lenguaje, si el individuo formara o fuera capaz de formar sus conceptos sin la guía verbal de su entorno. Sin embargo, en la mayoría de casos, la estructura mental de una persona que hubiera crecido en tales condiciones, sería muy pobre. Por consiguiente, debemos concluir que el desarrollo mental del individuo y su modo de formar los conceptos depende del lenguaje hasta un nivel muy elevado. Esto nos hace comprender hasta qué punto un mismo lenguaje significa una misma mentalidad. En este sentido, pensamiento y lenguaje están unidos entre sí.

¿Cuál es la diferencia que existe entre el lenguaje de la ciencia y el lenguaje tal como habitualmente entendemos la palabra? ¿Cómo

puede ser que el lenguaje científico sea internacional? La ciencia se esfuerza por lograr una extremada agudeza y claridad de conceptos con respecto a la relación de estos entre sí y a su correspondencia con los datos sensoriales. A modo de ilustración, analicemos la geometría de Euclides y el álgebra. Ambas disciplinas operan con un pequeño número de conceptos y símbolos, respectivamente, independientemente introducidos, tales como el número entero, la recta, el punto, así como los signos de las operaciones fundamentales, es decir, las conexiones entre esos conceptos fundamentales. Esta es la base para la construcción y la definición, respectivamente, de todos los demás enunciados y conceptos. La conexión entre conceptos y enunciados por una parte y por otra los datos sensoriales, se establece ejecutando acciones como contar y medir, cuyo resultado está suficientemente bien determinado.

El carácter supranacional de los conceptos científicos y del lenguaje científico está fundamentado en el hecho de que hayan sido establecidos por los mejores cerebros de todos los países y de todos los tiempos. En solitario, y sin embargo a través de un cooperativo en lo que se refiere al efecto final, esos hombres han creado las herramientas espirituales para las revoluciones técnicas que han transformado la vida de la humanidad en los últimos siglos. Su sistema de conceptos ha servido de guía en medio del enorme caos de percepciones, y así hemos sido capaces de aprender a captar verdades generales a partir de observaciones particulares.

¿Qué esperanzas y qué temores aporta el método científico a la humanidad? Creo que esta no es la forma correcta de plantear la pregunta. Lo que esta herramienta haya de producir en las manos del hombre depende por completo de la naturaleza de los objetivos que permanecen vivos en esta humanidad. Una vez fijado el objetivo, el método científico proporciona los medios para realizarlo. Pero no puede brindar los objetivos mismos. El método científico en sí no nos hubiera conducido a ninguna parte y ni siquiera hubiera visto la luz sin una lucha apasionada para alcanzar un entendimiento claro.

En mi opinión, la perfección de los medios y la confusión de los objetivos parece ser la característica de nuestros tiempos. Si deseamos con sinceridad y apasionamiento la seguridad, el bienestar y el libre desarrollo del talento de todos los hombres, no hemos de carecer de los medios necesarios para llegar a conseguirlo. Aun cuando

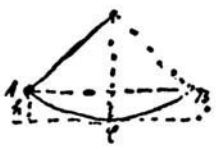
sólo una pequeña parte de la humanidad luche por esos fines, su superioridad terminará por imponerse, con el transcurso del tiempo.

$E = MC^2$

Tomado de *Science Illustrated*, Nueva York, abril de 1946.

Con el fin de comprender la ley de la equivalencia de la masa y la energía, debemos remontarnos a dos principios de conservación o «equilibrio» que, independientes el uno del otro, han ocupado un elevado lugar en la física anterior a la teoría de la relatividad. Se trata del principio de la conservación de la energía y del principio de la conservación de la masa. El primero, enunciado por Leibnitz en tiempos tan lejanos como el siglo XVII, fue desarrollado en el siglo XIX esencialmente como corolario de un principio de la mecánica.

Consideremos, por ejemplo, un péndulo cuya masa oscila entre los puntos *A* y *B*. En esos puntos la masa *m* es mayor que en *C* por la cantidad *h*; *C* (véase el dibujo) es el punto más bajo del recorrido.



Dibujo del manuscrito de Albert Einstein.

En *C*, por otra parte, la altura de elevación es cero y la masa tiene una velocidad *v*, Es como si la altura de elevación pudiera ser convertida por completo en velocidad y viceversa. La relación exacta se expresaría así: $mgh = \frac{m}{2} v^2$, con *g* representando la aceleración de la gravedad. Aquí es interesante señalar que esta relación es independiente tanto de la longitud del péndulo como de la forma de la trayectoria que describe la masa.

El significado es que algo permanece constante a través del proceso y que ese algo es la energía. En *A* y *B* se trata de una energía de posición o «potencial»; en *C* tenemos una energía de movimiento o energía «cinética». Si este concepto es correcto, la suma $mgh + m \frac{v^2}{2}$

tendrá que tener el mismo valor para cualquier posición del péndulo, si se determina que h representa la altura por encima de C y v representa la velocidad en ese punto de la trayectoria del péndulo. Se ha demostrado que esa es, precisamente, la situación. Al generalizar este principio se ha obtenido la ley de la conservación de la energía mecánica. ¿Pero qué sucede cuando la fricción detiene al péndulo?

La respuesta a tal pregunta fue obtenida en el estudio de los fenómenos térmicos. Basado sobre el supuesto de que el calor es una sustancia indestructible que fluye desde un objeto más caliente hacia otro más frío, este estudio nos proporcionó un principio de «conservación del calor». Por otra parte, desde tiempos inmemoriales se sabe que el calor puede ser producido por fricción, tal como lo hacían los indios con un par de palos. Durante largo tiempo los físicos han sido incapaces de dar cuenta de este tipo de «producción» de calor. Sus dificultades fueron superadas cuando se estableció en forma satisfactoria que, para cada cantidad de calor producida por fricción, una cantidad exactamente proporcional de energía debe ser consumida. Así se ha llegado al principio de la «equivalencia de trabajo y calor». Con nuestro péndulo, por ejemplo, la energía mecánica se convierte en calor merced a la fricción, y de manera gradual.

De esta forma los principios de la conservación de las energías mecánica y térmica se fundieron en uno solo. A raíz de esto, los físicos se convencieron de que el principio de conservación podía ser extendido aún más, para llegar a abarcar los procesos químicos y electromagnéticos, es decir, que podía ser aplicado a todos los campos. Se supuso que en nuestro sistema físico existía una suma total de energías, que se mantenía constante a través de todos los cambios que se produjeran.

Por lo que respecta al principio de conservación de la masa, esta se define como la resistencia que un cuerpo opone a su aceleración (masa inerte). También se la puede medir por el peso del cuerpo (masa pesante). Que estas dos definiciones, tan radicalmente diferentes, conduzcan a un mismo valor de la masa de un cuerpo es un hecho de verdad asombroso. De acuerdo con aquel principio —es decir, que las masas permanecen invariables a través de los cambios químicos o físicos— la masa representa la cualidad esencial (por invariable) de la materia. El calentamiento, la fusión, la vaporización

o las combinaciones en compuestos químicos no llegarán a alterar la masa total.

Los físicos habían aceptado este principio hasta hace unas pocas décadas. Pero frente a la teoría de la relatividad especial este principio resultó poco satisfactorio. Por consiguiente, fue fusionado con el principio de energía, tal como, hace unos sesenta años, el principio de conservación de la energía mecánica se había combinado con el principio de la conservación del calor. Podemos decir que el principio de conservación de la energía, después de haberse tragado el de conservación del calor, ahora se disponía a tragar el de conservación de la masa y erigirse en único señor.

Es muy corriente expresar la equivalencia de masa y energía (aunque un tanto inexactamente) mediante la fórmula $E = mc^2$, donde c representa la velocidad de la luz, sobre unos 300.000 kilómetros por segundo. E es la energía que está contenida en un cuerpo fijo; m es la masa. La energía que pertenece a la masa m es igual a esta masa, multiplicada por el cuadrado de la enorme velocidad de la luz, lo que equivale a decir una enorme cantidad de energía para cada unidad de masa.

Pero si cada gramo de materia contiene esa tremenda energía, ¿por qué no ha sido advertida durante tanto tiempo? La respuesta es bastante simple: en la medida en que la energía no se pierde externamente, es imposible que sea observada. Es como si un hombre dueño de grandes riquezas no pudiera jamás gastar ni dar un céntimo; nadie sabría cuán rico es.

Ahora podemos invertir la relación y decir que un aumento de E en la cantidad de energía debe estar acompañado por un aumento de $\frac{E}{c^2}$ en la masa. Es posible suministrar energía a la masa con facilidad: por ejemplo, calentándola diez grados. ¿Y por qué no medir el aumento de la masa, o el aumento del peso, relacionado con este cambio? El problema estriba en que en el aumento de la masa el enorme factor c^2 se presenta en el denominador de la fracción. En tal caso, el aumento es demasiado pequeño para ser medido en forma directa, incluso con la más sensible de las balanzas.

Para que un aumento de masa sea detectable, el cambio de energía por unidad de masa tendrá que ser enormemente grande. Sabemos sólo de una esfera en la que tales cantidades de energía por unidad de masa son liberadas: la desintegración radiactiva. Para

describirlo de manera esquemática, podemos decir que el proceso es así: un átomo de masa *M* se divide en dos átomos de masas *M'* y *M",* que se separan con una tremenda energía cinética. Si imaginamos a esas dos masas en reposo —es decir, si extraemos de ellas esa energía de movimiento—, entonces, consideradas en conjunto, son esencialmente más pobres en energía que el átomo original. De acuerdo con el principio de equivalencia, la suma de las masas *M' + M",* de los productos de la desintegración, debe también ser algo más pequeña que la masa original, *M,* del átomo a punto de desintegrarse, en contradicción con el viejo principio de la conservación de la masa. La diferencia relativa de los dos está dentro del orden de un décimo del uno por ciento.

En realidad, no estamos en condiciones de pesar los átomos en forma individual. Sin embargo, hay métodos indirectos para medir sus pesos con exactitud. Asimismo, estamos en condiciones de determinar las energías cinéticas que son transferidas a los productos *M'* y *M"* de la desintegración. De esta manera ha sido posible comprobar y confirmar la fórmula de la equivalencia. También la ley nos permite calcular con anticipación, a partir de pesos atómicos determinados en forma precisa, qué cantidad exacta de energía será liberada con cualquier desintegración atómica. Las leyes, desde luego, nada dicen acerca de si se producirá la reacción de desintegración o acerca de cómo se producirá.

Lo que ocurre puede ser ilustrado con la ayuda del ejemplo de nuestro hombre rico. El átomo *M* es un rico avaro que, durante el transcurso de su vida, no gasta dinero *(energía).* Pero en su testamento lega su fortuna a sus hijos *M'* y *M",* con la condición de que ellos entreguen a la comunidad una suma mínima, menos de la milésima parte de todos los bienes *(energía* o *masa).* En conjunto, los hijos tendrán algo menos que lo que tenía el padre *(la suma de masas M' + M" es algo menor que la masa M del átomo radiactivo).* Pero la parte entregada a la comunidad, aun cuando es relativamente pequeña, es aún tan tremendamente grande *(considerada como energía cinética),* que conlleva una gran amenaza. Evitar esta amenaza se ha convertido en el problema más urgente de nuestro tiempo.

Acerca de la teoría de la gravedad generalizada

Tomado de *Scientific American*, vol. 182, N.º 4, abril de 1950.

Los directores de *Scientific American* me han pedido que escriba un comentario acerca de mi último trabajo, que acaba de ser publicado. Es una investigación matemática sobre los fundamentos de la física de campos.

Algunos lectores, quizá, se pregunten asombrados: ¿no lo aprendimos todo ya, sobre los fundamentos de la física, cuando estábamos en el colegio? La respuesta puede ser «sí» o «no», según la interpretación que se adopte. Nos hemos ido habituando a trabajar con conceptos y relaciones generales que nos capacitan para comprender un inmenso espectro de experiencias y las hacen accesibles a un tratamiento matemático. En un cierto sentido esos conceptos y relaciones son probablemente incluso definitivos. Esto, por ejemplo, es verdad en lo que se refiere a las leyes de la refracción de la luz, a las relaciones de la termodinámica clásica en cuanto está basada sobre los conceptos de presión, volumen, temperatura, calor y trabajo, y a la hipótesis de la inexistencia de una máquina de movimiento perpetuo.

¿Qué es lo que nos impele, pues, a forjar teoría tras teoría? ¿Por qué inventamos teorías? La respuesta a esta última pregunta es sencilla: porque nos complacemos en «comprender», es decir, en reducir los fenómenos mediante un proceso lógico a algo ya conocido o (aparentemente) evidente. En primer término, son necesarias nuevas teorías cuando nos enfrentamos con hechos que no pueden ser «explicados» por las teorías existentes. Pero esta motivación para establecer nuevas teorías es, por así decirlo, trivial, impuesta desde fuera. Existe otra motivación, más sutil, y de importancia no menor. Se trata del esfuerzo por la unificación y simplificación de las premisas de la teoría en su conjunto (es decir, el principio de economía de Mach, interpretado como principio lógico).

Podemos decir que existe una pasión por el entendimiento, de la misma manera que existe una pasión por la música. Entre los niños, el apasionamiento es un hecho corriente, pero se pierde, con el tiempo, en la mayoría de casos. Sin esta pasión no existirían ni las matemáticas ni las ciencias de la naturaleza. Una y otra vez, la pasión por comprender ha dado lugar a la ilusión de que el hombre

es capaz de aprehender el mundo objetivo por la vía racional, por el puro pensamiento, sin fundamentaciones empíricas: en una palabra, a través de la metafísica. Según mi opinión, cada teórico verdadero es una especie de metafísico domesticado, por mucho que él mismo fantasee acerca de su «positivismo». El metafísico cree que lo lógicamente simple es también lo real. El metafísico domesticado cree que no todo lo que es lógicamente simple es realidad empírica, sino que la totalidad de toda la experiencia sensorial puede ser «comprendida» sobre la base de un sistema conceptual, construido con el apoyo de premisas de gran simplicidad. El escéptico dirá que esto es «fe en el milagro». Admitámoslo así, pero se trata de un credo que, con el desarrollo de la ciencia, ha resultado de manera asombrosa.

El surgimiento del atomismo es un buen ejemplo. ¿Cómo pudo concebir Leucipo esta atrevida idea? Cuando el agua se congela y se convierte en hielo —algo que parece totalmente distinto del agua—, ¿cómo puede ser que el hielo al fundirse da algo que no parece diferenciarse del agua? Leucipo estaba perplejo e intentó dar con una «explicación». Sus consideraciones lo llevaron a la conclusión de que en estas transiciones la «esencia» del objeto no ha sufrido ninguna clase de cambio. Quizás el objeto esté compuesto por partículas inmutables y el cambio sólo sea un cambio en el ordenamiento espacial de esas partículas. ¿No podría ser esto cierto de todos los objetos que emergen una y otra vez con cualidades casi idénticas?

Esta idea no se perdió por completo durante la larga hibernación del pensamiento occidental. Dos mil años después de Leucipo, Bernouilli se pregunta por qué el gas ejerce presión sobre las paredes de un recipiente. ¿Sería posible «explicar» este hecho por la repulsión mutua de las partes del gas, en el sentido de la mecánica de Newton? Esta hipótesis parece absurda, dado que la presión del gas depende de la temperatura, mientras todo lo demás se mantenga constante. Suponer que las fuerzas newtonianas de interacción dependen de la temperatura va en contra del espíritu de la mecánica de Newton. Bernouilli conoce el concepto de atomismo y por lo tanto se siente obligado a concluir que los átomos (o moléculas) chocan contra las paredes del recipiente y al hacerlo así ejercen una presión. Después de todo, es preciso suponer que los átomos están en movimiento: ¿de qué otra forma sería posible dar razón de los cambios de temperatura de los gases?

Una simple consideración mecánica demuestra que esta presión depende, de manera exclusiva, de la energía cinética de las partículas y de su densidad en el espacio. Esto tendría que haber conducido a los físicos de aquel tiempo a la conclusión de que el calor consiste en el movimiento aleatorio de los átomos. De haberse tomado esta conclusión con la seriedad que se merecía, el desarrollo de la teoría térmica —de modo especial el descubrimiento de la equivalencia de calor y energía mecánica— se habría visto considerablemente facilitado.

Este ejemplo pretende ilustrar dos cosas. La idea teórica (en este caso el atomismo) no surge como un hecho alejado e independiente de la experiencia; tampoco puede ser derivada de la experiencia a través de un procedimiento meramente lógico. En realidad, es el producto de un acto creativo. Una vez que se ha formulado una idea teórica, es preciso aferrarse a ella hasta el momento en que nos conduzca a una conclusión insostenible.

En lo que respecta a mi último trabajo teórico, no estimo que sea justificado exponer en detalle su contenido ante un grupo amplio de lectores que se interesen por la ciencia, porque esto sólo debe hacerse con las teorías que hayan sido confirmadas por la experiencia. De momento, lo que habla en favor de la teoría que discutiremos aquí es, en principio, la simplicidad de sus premisas y su estrecha conexión con lo que ya es conocido (a saber, las leyes del campo gravitatorio puro). No obstante, podría ser de interés para un amplio grupo de lectores familiarizarse con el proceso mental que conduce a empresas de naturaleza tan especulativa. Además, se indicará el tipo de dificultades con las que nos tropezamos y en qué sentido han sido superadas.

En la física de Newton, el concepto teórico elemental sobre el cual está fundamentada la descripción teórica de los cuerpos materiales es el punto material o partícula. Por consiguiente, la materia es considerada como discontinua, de forma apriorística. Esto exige que la acción que los puntos materiales ejercen los unos sobre los otros sea denominada «acción a distancia». Este último concepto parece contrario por completo a nuestra experiencia de cada día; por lo tanto, es natural que los contemporáneos de Newton —y por cierto el propio Newton— encontraran difícil aceptarlo. Sin embargo, debido al casi milagroso éxito del sistema newtoniano, las generaciones sucesivas de físicos se habituaron a la idea de acción a distancia. Toda duda fue enterrada durante un largo tiempo.

Pero en la segunda mitad del siglo XIX, cuando las leyes de la electrodinámica fueron enunciadas resultó que no pudieron ser incorporadas al sistema de Newton en forma satisfactoria. Es interesante preguntarse si Faraday hubiera logrado descubrir la ley de la inducción electromagnética en el caso de haber recibido una educación académica normal. Sin estar atado a la manera tradicional de pensar, advirtió que la introducción del «campo» como un elemento independiente de la realidad le ayudaba a coordinar los hechos experimentales. Fue Maxwell quien logró comprender en profundidad la significación del concepto de campo y llevó a cabo el descubrimiento fundamental de que las leyes de la electrodinámica hallan su expresión natural en las ecuaciones diferenciales de los campos eléctricos y magnéticos. Estas ecuaciones implicaban la existencia de ondas, cuyas propiedades correspondían a las de la luz, en la medida en que estas eran conocidas en esta época.

Esta incorporación de la óptica a la teoría del electromagnetismo representa una de las más grandes victorias en la batalla hacia la unificación de los fundamentos de la física. Maxwell consiguió esa unificación mediante argumentos puramente teóricos, mucho antes de que fuera corroborada por la labor experimental de Hertz. El nuevo enfoque permitió prescindir de la hipótesis de acción a distancia, al menos en el ámbito de los fenómenos electromagnéticos. El campo intermediario pasaba a ser el único portador de la interacción electromagnética entre los cuerpos y el comportamiento del campo quedaba completamente determinado por unos procesos contiguos, expresados por ecuaciones diferenciales.

En ese momento surgió una pregunta: tomando en cuenta que el campo existe incluso en el vacío, ¿habrá que concebir el campo como un estado de un «portador» o habrá que atribuirle una existencia independiente, no reducible a ninguna otra cosa? En otras palabras: ¿existe un «éter» portador del campo; un éter en estado ondulatorio, por ejemplo, cuando lleva ondas luminosas?

La pregunta tiene una respuesta natural: al no poderse prescindir del concepto de campo, es preferible no introducir, además, un portador con propiedades hipotéticas. Sin embargo, los investigadores que primero reconocieron la indispensabilidad del concepto de campo todavía conservaban arraigada con fuerza la tradición mecánica de pensamiento y no estaban preparados para aceptar sin vacilaciones este punto de vista más simple. Pero en el curso de las décadas siguientes este enfoque comenzó a ganar terreno.

La introducción del campo como un concepto elemental dio origen a una inconsistencia de la teoría como conjunto. La teoría de Maxwell, aunque describa de manera adecuada el comportamiento de las partículas con carga eléctrica en su interacción mutua, no explica el comportamiento de las densidades eléctricas, es decir, que no proporciona una teoría de las partículas en sí mismas. Por consiguiente, estas deben ser tratadas como puntos de masa sobre la base de la antigua teoría. La combinación de la idea de un campo continuo con la de los puntos materiales discontinuos en el espacio parece inconsistente. Una teoría de campo consistente requiere una continuidad de todos los elementos de su teoría, no sólo en el tiempo, sino también en el espacio, y en todos los puntos del espacio. De aquí que la partícula material no tenga lugar como concepto fundamental en una teoría de campo. O sea que, incluso más allá del hecho de que la gravedad no esté comprendida en ella, la electrodinámica de Maxwell no puede ser considerada una teoría completa.

Las ecuaciones de Maxwell para el espacio vacío no experimentan cambios si las coordenadas espaciales y el tiempo están sujetos a una transformación lineal especial: la transformación de Lorentz («covarianza» con respecto a las transformaciones de Lorentz). La covarianza se cumple, por supuesto, para una transformación compuesta por dos o más transformaciones de esa índole; esto es lo que recibe el nombre de propiedad de «grupo» de las transformaciones de Lorentz. Las ecuaciones de Maxwell implican el «grupo de Lorentz», pero el grupo de Lorentz no implica las ecuaciones de Maxwell. El grupo de Lorentz puede ser definido en forma independiente de las ecuaciones de Maxwell como un grupo de transformaciones lineales que dejan invariante un valor particular de la velocidad: la velocidad de la luz. Estas transformaciones se cumplen en la transición de un «sistema inercial» a otro que esté en movimiento uniforme con respecto al primero. La propiedad nueva más importante de este grupo transformacional es que suprime el carácter absoluto del concepto de simultaneidad de los sucesos distantes unos de otros en el espacio. Sobre esta base, hay que esperar que todas las ecuaciones de la física sean covariantes con respecto a las transformaciones de Lorentz (*teoría de la relatividad especial*). De esta forma ocurrió que las ecuaciones de Maxwell condujeron a un principio heurístico válido mucho más allá del campo de aplicabilidad o incluso de validez de las propias ecuaciones.

La relatividad especial tiene algo en común con la mecánica de Newton: las leyes de ambas teorías se suponen válidas sólo con respecto a ciertos sistemas de coordenadas, los que conocemos bajo el nombre de «sistemas inerciales». Un sistema inercial es un sistema en un estado dinámico tal que los puntos materiales «libres de fuerzas» que contiene no están acelerados con respecto al sistema de coordenadas. Sin embargo, esta definición es vacua si no hay medios independientes para reconocer la ausencia de fuerzas. Pero estos medios de reconocimiento no existen si se considera a la gravedad como un «campo».

Denominemos *A* a un sistema uniformemente acelerado con respecto a un «sistema inercial» *I*. Los puntos materiales, no acelerados con respecto a *I*, están acelerados con respecto a *A*, siendo la aceleración de todos los puntos igual en magnitud y en dirección. Estos puntos se comportan como si un campo gravitatorio existiera con respecto a *A*, porque una propiedad característica del campo gravitatorio es que la aceleración es independiente de la naturaleza particular del cuerpo.

No existe ningún motivo para excluir la posibilidad de interpretar este comportamiento como el efecto de un «verdadero» campo gravitatorio (*principio de equivalencia*). Esta interpretación trae como resultado el hecho de considerar que *A* es un «sistema inercial», incluso cuando es acelerado con respecto a otro sistema inercial. (Para este argumento, lo esencial es que la introducción de campos gravitatorios independientes se considere justificada aunque ninguna masa generadora del campo esté definida. Por consiguiente, para Newton este argumento no hubiera resultado convincente.) Así, a los conceptos de sistema inercial, a la ley de la inercia y a la ley del movimiento se les priva de su significación concreta, no sólo en la mecánica clásica, sino también en la relatividad especial. Además, siguiendo con esta idea, observamos que con respecto a *A* el tiempo no puede ser medido por relojes idénticos; en realidad incluso la significación física inmediata de diferencias de coordenadas se pierde, por lo general. En vista de todas estas dificultades, ¿no sería necesario, después de todo, asirse con firmeza al concepto del sistema inercial, abandonando el esfuerzo por explicar el carácter fundamental de los fenómenos gravitatorios que se manifiestan en el sistema newtoniano como la equivalencia de la masa inerte y pesante? Aquellos que tengan confianza en la comprensibilidad de la naturaleza deberán responder «no».

He aquí la médula del principio de equivalencia: con el fin de dar razón de la igualdad entre masa inerte y masa pesante dentro de la teoría, es necesario admitir transformaciones no lineales de las cuatro coordenadas. Es decir, que debe extenderse el grupo de las transformaciones de Lorentz y, por ende, el conjunto de sistemas de coordenadas «permitidos».

¿Qué grupo de transformaciones de coordenadas puede sustituir, pues, el grupo de las transformaciones de Lorentz? La matemática sugiere una respuesta que se basa en las investigaciones fundamentales de Gauss y Riemann, a saber, que el sustituto apropiado es el grupo de todas las transformaciones de coordenadas (analíticas) continuas. Bajo el efecto de estas transformaciones lo único que permanece invariable es el hecho de que los puntos cercanos tienen casi las mismas coordenadas; el sistema de coordenadas expresa solamente el orden topológico de los puntos del espacio (incluido su carácter cuatridimensional). Las ecuaciones que expresan las leyes de la naturaleza deben ser covariantes con respecto a todas las transformaciones continuas de las coordenadas. Este es el principio de la *relatividad general*.

El procedimiento que acabo de describir supera una deficiencia en los fundamentos de la mecánica, que ya había sido advertida por Newton y fue criticada por Leibnitz, como también por Mach, dos siglos más tarde. Se decía que la inercia resiste a la aceleración, ¿pero a su aceleración relativa a qué? Dentro del marco de la mecánica clásica la única respuesta posible es: la inercia resiste a la aceleración *relativa al espacio.* Una de las propiedades físicas del espacio es esa: el espacio actúa sobre los objetos, pero los objetos no actúan sobre el espacio. Es probable que en esto resida la significación profunda de la afirmación de Newton *spatium est absolutum.* Pero la idea no gustó a todos, en particular a Leibnitz, que no otorgó existencia independiente al espacio, considerándolo como mera propiedad de las «cosas» (contigüidad de los objetos físicos). De haber ganado terreno en aquellos días estas justificadas dudas, poco beneficio habrían reportado a la física, porque los fundamentos empíricos y teóricos necesarios para llevar hasta sus últimas consecuencias la idea de Leibnitz no eran accesibles en el siglo XVII.

De acuerdo con la relatividad general, el concepto de espacio desprendido de todo contenido físico no existe. La realidad física del espacio está representada por un campo cuyos componentes

son funciones continuas de las cuatro variables independientes: las coordenadas de espacio y tiempo. Es precisamente esta clase particular de dependencia lo que expresa el carácter espacial de la realidad física.

Dado que la teoría de la relatividad general implica la representación de la realidad física mediante un campo *continuo*, el concepto de partículas o puntos materiales no puede desempeñar un papel fundamental como tampoco lo puede hacer el concepto de movimiento. La partícula sólo puede aparecer como una región limitada del espacio en la que la fuerza del campo o la densidad de energía son particularmente elevadas.

Una teoría relativista habrá de contestar a dos preguntas: 1)¿Cuál es el carácter matemático del campo? 2)¿Qué ecuaciones representan este campo?

Con respecto a la primera pregunta: desde el punto de vista matemático el campo se caracteriza, en esencia, por la forma en que sus componentes se transforman si se aplica una transformación de coordenadas. Con respecto a la segunda pregunta: las ecuaciones deben determinar el campo *de forma suficiente*, cumpliendo al mismo tiempo los postulados de la relatividad general. De la elección del tipo de campo dependerá que este requisito pueda o no ser satisfecho.

El intento por comprender las correlaciones entre los datos empíricos sobre la base de un programa de índole tan abstracta podría parecer, en un primer momento, casi sin esperanzas. De hecho, el procedimiento equivale a plantearse la siguiente pregunta: ¿*cuál* es la propiedad más simple que puede exigirse de *qué* objeto de simpleza máxima (campo) mientras se cumple el principio general de la relatividad? Considerado desde el punto de vista de la lógica formal, el carácter dual de la pregunta parece, de por sí, una verdadera calamidad, sin tomar en cuenta la vaguedad del concepto «simpleza». Además, desde el punto de vista de la física no existe nada que garantice el supuesto de que una teoría que es «lógicamente simple» deba ser también «verdadera».

Toda teoría es especulativa. Cuando los conceptos básicos de una teoría son comparativamente «cercanos a la experiencia» (por ejemplo, los conceptos de fuerza, presión, masa), su carácter especulativo no es discernible con tanta facilidad. No obstante, si una teoría posee una índole tal que requiera la aplicación de unos procesos lógi-

cos complicados, con el fin de extraer conclusiones a partir de unas premisas que pueden ser confrontadas con la observación, todo el mundo es consciente de la naturaleza especulativa de la teoría. En tal caso, un sentimiento casi irresistible de aversión nace en quienes no están familiarizados con el análisis epistemológico y en quienes no tienen una clara idea de la naturaleza precaria del pensamiento teórico en aquellos campos en los que ellos trabajan habitualmente.

Por otra parte, se ha de conceder que una teoría tiene una importante ventaja si sus conceptos básicos y sus hipótesis fundamentales se hallan «cercanos a la experiencia». Una mayor confianza acordada a esta clase de teorías está justificada. Existe menor riesgo de coger por mal camino, en particular porque exige menor cantidad de tiempo y de esfuerzo rechazar esas teorías experimentalmente. Sin embargo, cada vez más, a medida que nuestros conocimientos ganan profundidad, debemos renunciar a esta ventaja en nuestra búsqueda de simplicidad lógica y de uniformidad en los fundamentos de la teoría física. Hay que admitir que la relatividad general ha avanzado más que las anteriores teorías físicas, al abandonar «la proximidad a la experiencia» de los conceptos fundamentales con el fin de obtener una simplicidad lógica. Esto es ya cierto de la teoría de la gravedad, e incluso más de la nueva generalización, que es un intento de abarcar las propiedades del campo total. En la teoría generalizada, el procedimiento de derivar de las premisas de la teoría unas conclusiones que puedan ser confrontadas con los datos empíricos es tan difícil que hasta el presente no ha sido posible obtener ese resultado. En estas circunstancias, en favor de esta teoría cuentan su simplicidad lógica y su «rigidez». Rigidez, en este caso, significa que la teoría puede ser verdadera o falsa, pero no modificable.

La mayor dificultad interna que impide el desarrollo de la teoría de la relatividad es la naturaleza dual del problema, indicada por las dos preguntas que he planteado antes. Esta dualidad es el motivo por el cual el desarrollo de la teoría se ha producido en dos etapas tan distantes entre sí. El primer paso, la teoría de la gravedad, está basado en el principio de la equivalencia discutido antes y descansa sobre la siguiente consideración: de acuerdo con la teoría de la relatividad especial, la luz tiene una velocidad de propagación constante. Si un rayo de luz en el vacío arranca desde un punto, designado por las coordenadas x_1, x_2 y x_3, en un sistema tridimensional de coordenadas, en el tiempo x_4, se expande como una onda esférica y

alcanza un punto cercano $(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, x_3 + dx_3)$ en el tiempo $x_4 + dx_4$. Si introducimos la velocidad de la luz, c, escribimos la expresión:

$$\sqrt{dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2} = c dx_4.$$

Esto también puede escribirse de la forma:

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - c^2 dx_4^2 = 0.$$

Esta expresión representa una relación objetiva entre puntos cercanos del espacio y del tiempo en cuatro dimensiones, y tiene validez para todos los sistemas inerciales, con la condición de que las transformaciones de coordenadas estén restringidas a las de la relatividad especial. Sin embargo, la relación pierde esta forma si son admitidas transformaciones continuas de las coordenadas, de acuerdo con el principio de la relatividad general. Entonces la relación asume la forma más general:

$$\sum_{ik} g_{ik}\, dx_i\, dx_k = 0.$$

Las g_{ik} son funciones de las coordenadas que se transforman de una manera definida si se aplica una transformación continua de coordenadas. De acuerdo con el principio de equivalencia, estas funciones describen una clase particular de campo gravitatorio: un campo que se puede obtener mediante la transformación del espacio «libre de campo». Las satisfacen una ley particular de transformación. Si hablamos en términos matemáticos, son los componentes de un «tensor» con una propiedad de simetría que se mantiene en todas las transformaciones; la propiedad simétrica se expresa de la siguiente forma:

$$g_{ik} = g_{ki}.$$

La idea surge por sí sola: ¿no podemos adjudicar una significación objetiva a este tensor simétrico, aun cuando el campo *no pueda* ser obtenido a partir del espacio vacío de la relatividad especial por una mera transformación de coordenadas? A pesar de que no cabe esperar que este tensor simétrico describa el campo más gene-

ral, bien podría describir el caso particular del «campo gravitatorio puro». De manera que resulta evidente cuál es el tipo de campo que, al menos para un caso especial, tiene que postular la relatividad general: un campo de tensor simétrico.

En consecuencia, sólo nos queda la segunda pregunta: ¿qué clase de campo general covariante puede ser postulado para un campo de tensor simétrico?

No ha resultado difícil responder a esta pregunta en la actualidad, porque las concepciones matemáticas necesarias ya estaban a nuestro alcance, bajo la forma de la teoría métrica de superficies, creada hace un siglo por Gauss y ampliada por Riemann a variedades de un número arbitrario de dimensiones. El resultado de esta investigación puramente formal ha sido asombroso en muchos aspectos. Las ecuaciones diferenciales que pueden ser postuladas como leyes de campo para g_{ik} deben ser por lo menos de segundo orden, es decir, que deben contener, al menos, las segundas derivadas de g_{ik} con respecto a las coordenadas. En el caso de suponer que en las leyes de campo no aparecen órdenes mayores que el de las segundas derivadas, *aquellas están matemáticamente determinadas por el principio de la relatividad general.* El sistema de ecuaciones puede ser escrito en la forma:

$$R_{ik} = 0.$$

Las R_{ik} se transforman del mismo modo que las g_{ik}, o sea, que también forman un tensor simétrico.

Estas ecuaciones diferenciales sustituyen por completo la teoría de Newton del movimiento de los cuerpos celestes, a condición de que las masas estén representadas como singularidades del campo. En otras palabras: esas ecuaciones contienen al mismo tiempo las leyes de fuerza y las leyes del movimiento, y quedan eliminados los «sistemas inerciales».

El hecho de que las masas aparezcan como singularidades indica que estas masas en sí mismas no pueden ser explicadas por campos simétricos, o «campos gravitatorios». Ni siquiera el hecho de que existen sólo masas gravitatorias *positivas* puede ser deducido de esta teoría. Evidentemente, una teoría relativista de campos completa debe estar basada en un campo de naturaleza más compleja, es decir, en una generalización del campo de tensor simétrico.

Antes de considerar esta generalización, son esenciales para la explicación siguiente dos observaciones atinentes a la teoría gravitatoria.

La primera observación es que el principio de la relatividad general impone serias restricciones a las posibilidades teóricas. Sin este principio restrictivo sería prácticamente imposible que alguien acertara con las ecuaciones gravitatorias, ni siquiera utilizando el principio de la relatividad especial, aun sabiendo que el campo debe ser descrito por un tensor simétrico. Ni por muchos datos empíricos que se poseyeran se podría llegar a estas ecuaciones sin hacer uso del principio de la relatividad general. Por este motivo todos los esfuerzos por obtener un conocimiento más profundo de los fundamentos de la física me parecen destinados al fracaso a menos que los conceptos básicos estén en concordancia con la relatividad general ya desde un principio. Esta situación hace que sea difícil utilizar nuestro conocimiento empírico, a pesar de su gran amplitud, en la búsqueda de los conceptos y relaciones fundamentales de la física y nos obliga a especular con una libertad mucho mayor de la que, de momento, acepta la mayoría de físicos. No veo ninguna razón para suponer que el significado intuitivo del principio de la relatividad general esté restringida a la gravedad y que el resto de la física pueda estudiarse por separado sobre la base de una relatividad especial, con la esperanza de que más adelante todo el conjunto pueda ser consistentemente acomodado dentro de un esquema relativista general. Aun cuando sea comprensible desde el punto de vista histórico, no creo que tal actitud pueda ser justificada de un modo objetivo. La comparativa pequeñez de lo que hoy conocemos como efectos gravitatorios no es una razón concluyente para ignorar el principio de la relatividad general en las investigaciones teóricas de carácter fundamental. En otras palabras, no creo que esté justificado preguntar: ¿cómo sería la física sin la gravedad?

El segundo punto que hemos de considerar es que las ecuaciones gravitatorias son diez ecuaciones diferenciales para los diez componentes del tensor simétrico g_{ik}. En el caso de una teoría relativista no general, un sistema no está, normalmente, sobredeterminado si el número de ecuaciones es igual al número de funciones desconocidas. La variedad de soluciones es tal que dentro de la solución general es posible elegir de manera arbitraria un cierto número de funciones de tres variables. Esto no puede esperarse sin más en una

teoría relativista general. La libre elección con respecto al sistema de coordenadas implica que, de las diez funciones de una solución, o componentes del campo, cuatro pueden fijarse de modo que asuman valores prescritos, mediante una elección adecuada del sistema de coordenadas. Dicho con otras palabras, el principio de la relatividad general implica que el número de las funciones a ser determinadas por las ecuaciones diferenciales no es 10, sino $10 - 4 = 6$. Para estas seis funciones sólo seis ecuaciones diferenciales independientes pueden ser postuladas. Del total de diez ecuaciones diferenciales del campo gravitatorio, seis tan sólo deben ser independientes unas de otras, en tanto que las cuatro restantes deben estar conectadas con estas seis por medio de cuatro relaciones (identidades). Y, realmente, en los miembros izquierdos, R_{ik}, de las diez ecuaciones gravitatorias existen cuatro identidades —las «identidades de Bianchi»— que aseguran su «compatibilidad».

En un caso como este —en el que el número de variables de campo es igual al número de ecuaciones diferenciales— siempre está asegurada la compatibilidad si las ecuaciones pueden ser obtenidas a partir de un principio variacional. Este es, ciertamente, el caso de las ecuaciones gravitatorias.

Sin embargo, las diez ecuaciones diferenciales no pueden ser totalmente sustituidas por seis. El sistema de ecuaciones está, sin duda, «sobredeterminado», pero debido a la existencia de las identidades, está sobredeterminado de una manera tal que su compatibilidad no se pierde, lo que equivale a decir que la variedad de soluciones no está críticamente restringida. El hecho de que las ecuaciones gravitatorias impliquen las leyes del movimiento para las masas está conectado de un modo íntimo con esta (permisible) sobredeterminación.

Después de esta explicación preliminar resultará fácil comprender la naturaleza de la investigación actual, sin entrar en detalles matemáticos. El problema consiste en establecer una teoría relativista del campo total. La clave más importante para hallar la solución está en el hecho de que ya existe una solución para el caso especial del campo gravitatorio puro. La teoría que estamos buscando, por consiguiente, debe ser una generalización de la teoría del campo gravitatorio. La primera pregunta es la siguiente: ¿cuál es la generalización natural de un campo de tensor simétrico?

Esta pregunta no podrá ser contestada por sí misma, sino sólo en conexión con la otra pregunta: ¿qué generalización del campo

proporcionará el sistema teórico más natural? La respuesta que sirve de fundamento a la teoría que aquí se discute afirma que el campo de tensor simétrico debe ser reemplazado por otro no simétrico. Esto significa que la condición $g_{ik} = g_{ki}$ para los componentes del campo ha de ser desechada. En tal caso, el campo tiene dieciséis en lugar de diez componentes independientes.

Y así, lo que persiste es la labor de establecer las ecuaciones diferenciales relativistas para un campo de tensor no simétrico. Cuando se intenta resolver este problema, hay que enfrentarse con una dificultad que no surge en el caso del campo simétrico. El principio de la relatividad general no basta para determinar de manera completa las ecuaciones de campo, en especial porque la ley de transformación de la parte simétrica del campo no afecta a los componentes de la parte antisimétrica o *viceversa*. Es probable que por esta causa nunca, o casi nunca, antes se haya intentado este tipo de generalización del campo. La combinación de las dos partes del campo sólo puede ser demostrada como un procedimiento natural si en el formalismo de la teoría sólo el campo total desempeña un papel y no las partes simétrica y antisimétrica por separado.

Se ha comprobado que este requisito puede llegar a ser satisfecho de una manera natural. Pero incluso este requisito, junto con el principio de la relatividad general, no basta para determinar unívocamente las ecuaciones de campo. Recordemos aquí que el sistema de ecuaciones debe satisfacer una condición más todavía: las ecuaciones han de ser compatibles. Ya hemos señalado más arriba que esta condición queda satisfecha si las ecuaciones pueden ser derivadas de un principio variacional.

Ya se ha obtenido este resultado, aun cuando no por una vía tan natural como en el caso del campo simétrico. Ha sido inquietante hallar que esto se puede lograr de dos formas distintas. Los principios variacionales proporcionan dos sistemas de ecuaciones —a los que denominaremos E_1 y E_2— que son distintos entre sí (aunque sólo mínimamente) y que muestran, ambos, imperfecciones concretas. Consecuentemente, incluso la condición de compatibilidad ha sido insuficiente para determinar de manera unívoca el sistema de ecuaciones.

En realidad, fueron los defectos formales de los sistemas E_1 y E_2 los que indicaron una posible solución. Existe un tercer sistema de ecuaciones, E_3, que está libre de los defectos formales de los sistemas E_1 y E_2 y representa una combinación de ellos en el sentido de

que cada solución de E_3 es una solución de E_1 tanto como de E_2. Esto sugiere que E_3 puede ser el sistema que estábamos buscando. ¿Por qué no postular, pues, E_3 como el sistema de ecuaciones? Tal procedimiento no está justificado sin más análisis, dado que la compatibilidad de E_1 y la de E_2 no implica la compatibilidad del sistema más fuerte E_3, donde el número de ecuaciones excede en cuatro el número de componentes del campo.

Una consideración independiente muestra que, prescindiendo de la cuestión de compatibilidad, el sistema más fuerte, E_3, es la única generalización realmente natural de las ecuaciones gravitatorias.

Pero E_3 no es un sistema compatible en el mismo sentido en que lo son los sistemas E_1 y E_2, cuya compatibilidad está asegurada por un número suficiente de identidades, lo que significa que cada campo que satisface las ecuaciones para un valor definido del tiempo tiene una extensión continua, que representa una solución en el espacio cuatridimensional. El sistema E_3, sin embargo, no es extensible del mismo modo. Haciendo uso del lenguaje de la mecánica clásica, podríamos decir: en el caso del sistema E_3 la «condición inicial» no puede ser elegida con libertad. Lo que de verdad importa es la respuesta a esta pregunta: ¿es la variedad de soluciones del sistema E_3 tan extensiva como requiere una teoría física? Este problema de índole puramente matemática está sin resolver hasta el presente.

El escéptico dirá: «Bien puede ser que este sistema de ecuaciones resulte razonable desde un punto de vista lógico, pero eso no prueba que se corresponda con la naturaleza». Tiene usted razón, estimado escéptico. Sólo la experiencia puede decidir acerca de la verdad. Y con todo algo habremos logrado en el caso de que, siquiera, hayamos podido formular una pregunta significativa y precisa. La afirmación o la refutación no serán fáciles, a pesar de la abundancia de hechos empíricos conocidos. Derivar de las ecuaciones unas conclusiones que puedan ser confrontadas con la experiencia requerirá duros esfuerzos y, tal vez, nuevos métodos matemáticos.

Mensaje a la Sociedad Italiana para el Progreso de la Ciencia

Enviado al cuadragésimo segundo encuentro de la «Società Italiana per il Progresso della Scienza», Lucca (Italia), 1950. Publicado en inglés en la revista *Impact*, de la Unesco, en el número de otoño de 1950.

En primer lugar, permítanme agradecerles con toda sinceridad la gentileza que han tenido al invitarme al encuentro de la «Sociedad para el Progreso de la Ciencia». Habría aceptado la invitación con sumo placer si mi salud me hubiera permitido hacerlo. Pero en las presentes circunstancias lo único que puedo hacer es dirigirme a ustedes en forma breve, desde mi casa al otro lado del océano. Al hacerlo, no me hago ilusiones con respecto a la posibilidad de que realmente tenga algo que decir que de verdad pueda ampliar el conocimiento y la comprensión de ustedes. No obstante, estamos viviendo en un período de tanta inseguridad externa e interna y con tal carencia de objetivos firmes, que la mera confesión de nuestras convicciones puede tener un significado, aun cuando estas convicciones, como todos los juicios de valor, no puedan ser demostradas a través de deducciones lógicas.

En este punto, surge de inmediato la pregunta: ¿debemos considerar que la búsqueda de la verdad o, para decirlo de una manera más modesta, nuestro esfuerzo por comprender el universo cognoscible mediante el pensamiento lógico constructivo, es un objetivo autónomo de nuestro trabajo? ¿O, más bien, la búsqueda de la verdad tendría que estar subordinada a algún otro objetivo, por ejemplo a algún objetivo «práctico»? Esta pregunta no puede contestarse sobre una base lógica. No obstante, la decisión al respecto tendrá una influencia considerable en nuestro pensamiento y en nuestro criterio y juicio moral, a condición de que haya nacido de una profunda e inamovible convicción. Permítanme ustedes hacer una confesión: para mí, la lucha por saber más es uno de aquellos objetivos independientes sin los cuales un individuo pensante encontraría imposible tener una actitud consciente y positiva frente a la vida.

La esencia misma de nuestro batallar por una comprensión mayor es que, por una parte, intentamos abarcar la gran y compleja variedad de experiencias del hombre y que, por otra parte, buscamos la simplicidad y la economía de nuestros supuestos básicos. La creencia de que estos dos objetivos pueden existir el uno junto al

otro, en vista del estado primitivo de nuestro conocimiento científico, es cuestión de fe. Sin esta fe, yo no podría haber abrigado mi convicción poderosa e inconmovible acerca del valor independiente del conocimiento.

Esta actitud en cierto sentido religiosa del científico tiene cierta influencia sobre toda su personalidad. Aparte del conocimiento obtenido de la experiencia acumulada y aparte de las reglas del pensamiento lógico, no existen, en principio, para el hombre de ciencia, autoridades cuyas decisiones y afirmaciones puedan significar por sí mismas una apelación a la «Verdad». Esto conduce a la paradójica situación de que una persona que entrega todas sus energías a cuestiones objetivas, se convertirá, desde un punto de vista social, en un individualista absoluto que, al menos en principio, no tiene fe en nada que no sea su propio juicio. Es muy posible que el individualismo intelectual y las épocas científicas hayan emergido en forma simultánea en la historia y hayan permanecido inseparables desde entonces.

Se podría sugerir que el hombre de ciencia que está apenas esbozado en estas palabras no es más que una abstracción que no tiene existencia verdadera en este mundo, tal como no existe el *homo oeconomicus* de la economía clásica. Sin embargo, me parece que la ciencia tal como hoy la conocemos no podría haber surgido y no podría haber perdurado con vida si muchos individuos, a lo largo de muchos siglos, no hubieran llegado muy cerca del ideal.

Desde luego que para mí no es un hombre de ciencia cualquiera que haya aprendido a utilizar los instrumentos y los métodos que en forma directa o indirecta parecen ser «científicos». Sólo estoy aludiendo a esos individuos en quienes está verdaderamente viva la mentalidad científica.

¿Cuál es hoy, pues, la posición del hombre de ciencia como miembro de la sociedad? Es obvio que estará muy orgulloso de que el trabajo de los científicos haya contribuido a cambiar en forma radical la vida económica de los hombres por medio de la eliminación casi completa del trabajo muscular. Pero al mismo tiempo se sentirá inquieto por el hecho de que su trabajo científico haya originado una amenaza para la humanidad, desde que cayera en manos de exponentes del poder político moralmente ciegos. También será consciente del hecho de que los métodos tecnológicos han dado lugar a que su trabajo haya desembocado en una concentración del

poder económico y también del político en manos de pequeñas minorías que han llegado a dominar por completo las vidas de las masas populares que parecen cada día más y más amorfas. Pero aún hay algo peor: la concentración del poder económico y político en unas pocas manos no sólo ha hecho dependiente al hombre de ciencia en el campo económico, que también representa una amenaza interna. Las sagaces formas de influencia intelectual y psíquica que esta situación conlleva han de impedir el desarrollo de personalidades verdaderamente independientes.

De modo que el hombre de ciencia, tal como podemos comprobarlo con nuestros propios ojos, es presa de un destino trágico. En su lucha sincera por la claridad y la independencia interior, él mismo, a través de sus esfuerzos sobrehumanos, ha construido los instrumentos que están siendo utilizados para convertirlo en un esclavo y para destruirlo incluso por dentro. No puede evitar que lo amordacen quienes tienen entre sus manos el poder político. Como un soldado, se ve en la obligación de sacrificar su propia vida y de destruir las vidas de otros, aun cuando está convencido de la índole absurda de esos sacrificios. Tiene plena conciencia de que la destrucción universal es ineludible, en razón de que el desarrollo histórico ha concentrado todo el poder económico, político y militar en manos de los estados nacionales. Asimismo, el científico comprende que la humanidad puede ser salvada sólo si un sistema supranacional, basado en la ley, fuera creado para eliminar para siempre la fuerza bruta. Pero el hombre de ciencia ha descendido tanto, que acepta la esclavitud que le han infligido los estados nacionales, como si se tratara de su destino inevitable. Incluso se degrada a sí mismo hasta el punto de contribuir, obediente, a perfeccionar los medios de destrucción de la humanidad.

¿Existe escapatoria alguna para el hombre de ciencia? ¿Realmente, ha de tolerar y sufrir todas estas indignidades? ¿Ha pasado para siempre el tiempo en el que, inspirado por su libertad interior y por la independencia de su pensamiento y de su trabajo, tenía la posibilidad de iluminar y enriquecer las vidas de sus congéneres? ¿Al situar su trabajo sobre una base excesivamente intelectual, no ha olvidado su responsabilidad y su dignidad? Mi respuesta es: si bien es verdad que una persona dueña de un sentido inherente de la libertad y escrupulosa puede ser destruida, este individuo nunca será esclavizado ni utilizado como herramienta ciega.

Si el hombre de ciencia de nuestros días puede hallar el tiempo necesario, y el valor, para pensar con honestidad y sentido crítico acerca de su situación y de las tareas que le competen, y si es capaz de actuar de acuerdo con sus reflexiones, las posibilidades de hallar una solución sensata y satisfactoria de la presente y peligrosa situación internacional aumentarán de forma considerable.

En el aniversario de la muerte de Copérnico

En ocasión de la velada conmemorativa que se celebrara en la Columbia University, Nueva York, en diciembre de 1953.

Con regocijo y gratitud honramos hoy la memoria de un hombre que, más que ningún otro, contribuyó a la liberación de la mente esclavizada por las cadenas del dominio clerical y científico en Occidente.

Es verdad que en el período clásico griego algunos pensadores habían llegado a la convicción de que la Tierra no era el centro natural del universo. Pero esta visión del universo no logró obtener un reconocimiento real en la antigüedad. Aristóteles y la escuela griega de astronomía continuaron sustentando la concepción geocéntrica y casi nadie dudó de ella.

Una rara independencia de pensamiento, una gran intuición y también un profundo conocimiento de los hechos astronómicos —poco accesibles en aquellos tiempos— fueron necesarios para exponer la superioridad de la concepción heliocéntrica de un modo convincente. Esta verdadera proeza de Copérnico no sólo allanó la vía hacia la astronomía moderna, sino que también contribuyó a que se operara un cambio decisivo en la actitud del hombre hacia el cosmos. Una vez que se hubo reconocido que la Tierra no era el centro del mundo, sino sólo uno de los más pequeños planetas, la ilusión del papel central del hombre se hizo insostenible. De ahí que Copérnico, merced a su trabajo y a la grandeza de su personalidad, enseñara al hombre a ser modesto.

Ninguna nación debería arrogarse el derecho a sentirse orgullosa de que ese hombre hubiera surgido en su seno. El orgullo nacionalista es una mezquina debilidad que difícilmente podría justificarse ante un hombre dueño de la profunda independencia que caracterizó a Copérnico.

La relatividad y el problema del espacio

Tomado de la edición revisada de *Una exposición simple de la teoría de la relatividad restringida y general*.

Una de las características de la física newtoniana es su necesidad de adjudicar una existencia independiente y real al espacio y al tiempo así como a la materia, porque en las leyes del movimiento de Newton aparece el concepto de aceleración. Pero en esta teoría, la palabra aceleración sólo puede denotar «aceleración con respecto al espacio». Por consiguiente, el espacio de Newton debe ser concebido «en reposo» o, al menos, «no acelerado», con el fin de que sea posible considerar que la aceleración que aparece en las leyes del movimiento es una magnitud con algún significado. Algo similar ocurre con el tiempo que, desde luego, está relacionado con el concepto de aceleración. El mismo Newton y los más críticos de sus contemporáneos consideraban un tanto embarazoso tener que atribuir una realidad física tanto al espacio como a su estado dinámico, pero por entonces no existía otra alternativa, si lo que se quería era otorgar una significación clara a la mecánica.

Es un requisito muy exigente el de tener que adjudicar una realidad física al espacio y, en especial, al espacio vacío. Una y otra vez, desde los tiempos más remotos, los filósofos se han resistido a esa presunción. Descartes propuso, poco más o menos, lo siguiente: el espacio es idéntico a la extensión, pero la extensión está conectada con los objetos materiales; en consecuencia no hay espacio sin objetos y, por consiguiente, no existe el espacio vacío. La debilidad de este argumento estriba, en primer término, en que si bien es cierto que el concepto de extensión debe su origen a nuestra experiencia con los objetos materiales, no es posible deducir que el concepto de extensión no pueda estar justificado en aquellos casos que, por sí mismos, no hayan dado origen a la formación de este concepto. Esta ampliación conceptual podrá ser justificada de manera indirecta por su papel en la comprensión de los resultados empíricos. La afirmación de que la extensión está limitada a los objetos es, por tanto, infundada. Más adelante veremos, sin embargo, que la teoría de la relatividad general confirma la concepción de Descartes de una manera indirecta. Descartes elucubró su extraño punto de vista llevado, sin duda, por la idea de que, sin una necesidad urgentísi-

ma, no es preciso adjudicar carácter real a algo como el espacio, que no es posible «experimentar en forma directa»*.

El origen psicológico de la idea de espacio, o de su necesidad, está lejos de ser todo lo evidente que puede parecer desde el punto de vista de nuestros hábitos actuales de pensamiento. Los antiguos geómetras manejaban objetos conceptuales (la recta, el punto, la superficie), pero no el espacio como tal, como ocurriría tiempo después en la geometría analítica. Sin embargo, la idea de espacio está sugerida por ciertas experiencias primitivas. Supongamos que se ha construido una caja; dentro de ella es posible acomodar objetos de forma que se llene. La posibilidad de que esto ocurra es una propiedad del objeto material «caja», algo que va con la caja, el «espacio encerrado» por la caja. Esto es algo que será distinto para distintas cajas, algo que, en forma natural, es pensado como un hecho independiente de que, en algún momento, haya o no objetos dentro de la caja. Cuando dentro de la caja no hay objetos, el espacio está «vacío».

Hasta aquí nuestro concepto de espacio se ha asociado con la caja. Sin embargo, ocurre que las posibilidades de almacenaje que ofrece el espacio de la caja son independientes del espesor de las paredes de la caja. ¿No será posible reducir a cero el espesor de las paredes, sin que se pierda el «espacio» como resultado? El carácter natural de esta reducción al límite es evidente y ahora, ante nuestro pensamiento, ha quedado el espacio sin la caja, algo evidente de por sí, aun cuando resulta irreal por completo, si olvidamos el origen de este concepto. Es comprensible que a Descartes no le gustara considerar el espacio como independiente de los objetos materiales, como algo que podía existir sin materia**. (Al mismo tiempo, esto no le impide utilizar como concepto fundamental de su geometría analítica el concepto de espacio.) El vacío que se forma en un barómetro de mercurio acabó, sin duda, con el último de los cartesianos. Pero no es posible negar que, incluso durante esa primitiva etapa, hay algo poco satisfactorio adherido al concepto de espacio, o al espacio entendido como algo real e independiente.

---

* Esta expresión ha de entenderse *cum grano salis*.

** Kant intentó superar la dificultad negando el carácter objetivo del espacio, aunque esto difícilmente puede tomarse en serio. Las posibilidades de almacenaje del espacio interno de una caja son objetivas, en el mismo sentido en que lo es la propia caja y lo son los objetos que pueden ser acomodados dentro de ella.

Las formas en que pueden ser almacenados los cuerpos en el espacio (caja) son el tema de la geometría euclidiana tridimensional, cuya estructura axiomática nos induce fácilmente al error de olvidar que se refiere a situaciones realizables.

Si el concepto de espacio se forma tal como lo hemos sugerido antes, y según lo comprobado en la experiencia de «llenar» la caja, podemos decir que ese espacio es, en primera instancia, un espacio *acotado. Esta limitación no parece ser esencial* porque, como es sabido, siempre es posible conseguir una caja mayor que sirva para contener a la anterior. De esta manera, el espacio se nos mostrará como ilimitado.

No he de recordar aquí la forma en que se podrían rastrear los conceptos de la naturaleza tridimensional y euclidiana del espacio hasta remontarnos a experiencias relativamente antiguas. Prefiero considerar, en primer término, desde otros puntos de vista, el papel del concepto de espacio en el desarrollo del pensamiento físico.

Cuando una pequeña caja *s* está situada, en reposo relativo, dentro del hueco de una caja mayor, *S*, el espacio hueco de *s* es parte del espacio hueco de *S*, y el mismo «espacio» que las contiene a ambas pertenece a cada una de las cajas. Cuando *s* está en movimiento con respecto a *S*, sin embargo, el concepto es menos simple. Entonces el observador se siente inclinado a pensar que *s* encierra siempre el mismo espacio, pero una parte variable del espacio de *S*. Se hace necesario, pues, adjudicar a cada caja su espacio particular, no pensándolo como acotado, y suponer que esos dos espacios están en movimiento el uno con respecto al otro.

Antes de caer en esta complicación, el espacio parece ser un medio sin límites o un recipiente en el que están flotando los objetos. Pero se ha de recordar que existe un número infinito de espacios que están en movimiento los unos con respecto de los otros. El concepto de espacio como algo que tiene existencia objetiva e independiente de las cosas pertenece al ámbito del pensamiento precientífico, pero no ocurre lo mismo con la idea de la existencia de un número infinito de espacios en movimiento los unos con respecto de los otros. Esta última idea es inevitable desde el punto de vista lógico, pero está muy lejos de haber desempeñado un papel importante ni siquiera en el pensamiento científico.

¿Pero qué ocurre con el origen psicológico del concepto de tiempo? Este concepto está indudablemente asociado a la «memoria»,

así como a la diferencia entre experiencias sensoriales y su posterior recuerdo. Por sí mismo, es difícil determinar si la diferencia entre experiencias sensoriales y recuerdo (o una mera imagen mental) es algo que psicológicamente nos es dado en forma directa.

Todos hemos tenido alguna vez la duda: ¿hemos experimentado algo de verdad o lo hemos soñado? Es probable que la capacidad para discriminar entre estas alternativas se produzca, en primer lugar, como resultado de una actividad ordenadora de la mente.

Una experiencia está relacionada con un «recuerdo» y de aquella se dice que es «anterior» a las «experiencias presentes». Este es un principio de ordenamiento conceptual de las experiencias recordadas y su posibilidad da origen al concepto subjetivo de tiempo, es decir, al concepto de tiempo que se refiere al orden de las experiencias individuales.

¿Qué queremos decir cuando hablamos de convertir el concepto de tiempo en un concepto objetivo? Analicemos el siguiente ejemplo. Una persona *A* tiene la experiencia «está relampagueando». Al mismo tiempo, esta persona *A* también tiene la experiencia de cierto comportamiento de la persona *B*, que pone en relación ese comportamiento de *B* con su propia experiencia «está relampagueando». De esta manera, se produce una situación tal que para *A* la experiencia «está relampagueando» queda asociada con *B*. Y así, esta persona *A* llega a pensar que otras personas también participan de la experiencia «está relampagueando». A partir de ese momento, «está relampagueando» ya no es interpretada como una experiencia exclusivamente personal, sino como una experiencia de otras personas (o, en todo caso, sólo como una «experiencia potencial»). De esta forma surge la interpretación siguiente: «está relampagueando», que originalmente ingresaba en la conciencia como una «experiencia», ahora también es interpretada como un «suceso» (objetivo). Cuando hablamos del «mundo exterior real» nos estamos refiriendo a la suma total de todos los sucesos.

Hemos visto que tendemos a adjudicar un orden temporal a nuestras experiencias, poco más o menos de la manera que paso a explicar. Si β es posterior a α, y γ posterior a β, por consiguiente γ también será posterior a α (sucesión de experiencias): ¿qué ocurre con los «sucesos» relacionados con estas experiencias? A primera vista parece muy claro suponer que existe un orden temporal de los sucesos, acorde con el orden temporal de las experiencias. En gene-

ral, y de manera inconsciente, así sucede o sucedía hasta que empezó a cundir cierto escepticismo.* Con el fin de llegar a la idea de un mundo objetivo, todavía necesitamos de un concepto constructivo adicional: el suceso está localizado no sólo en el tiempo, sino también en el espacio.

En los párrafos anteriores hemos tratado de describir cómo pueden relacionarse con las experiencias, desde el punto de vista psicológico, los conceptos de espacio, tiempo y suceso. Considerados lógicamente, son creaciones libres de la inteligencia humana, instrumentos mentales que han de servir para establecer relaciones entre las experiencias, con el fin de que puedan ser mejor estudiadas. El intento de cobrar conciencia de las fuentes empíricas de estos conceptos fundamentales nos demostrará hasta qué punto estamos vinculados a esos conceptos. Por este camino nos hacemos sabedores de nuestra libertad, la cual, en caso de ser necesario, siempre nos resulta difícil utilizar con sensatez.

Todavía hemos de agregar algo esencial a este bosquejo del origen psicológico de los conceptos espacio-tiempo-suceso (a los que denominaremos «de tipo espacial», para abreviar, en contraste con los conceptos de la esfera psicológica). Hemos vinculado el concepto de espacio con las experiencias de las cajas y del acomodamiento de objetos materiales dentro de ellas. Así pues, esta elaboración de conceptos ya presupone el concepto de objetos materiales (por ejemplo, las «cajas»). De igual manera, las personas que introducimos en la formación del concepto objetivo de tiempo, también desempeñan el papel de objetos materiales. Por consiguiente, creo que está bien claro que la formación del concepto de objeto material debe preceder nuestros conceptos de tiempo y de espacio.

Todos estos conceptos de tipo espacial ya pertenecen al pensamiento pre-científico, junto con conceptos como dolor, finalidad, intención, etc., del campo de la psicología. Una de las características del pensamiento en física —tal como ocurre en general en el campo de las ciencias naturales— es que, en principio, pretende trabajar con conceptos del tipo espacial *solamente*, y se esfuerza por expresar

* Por ejemplo, el orden temporal de las experiencias obtenido por medios acústicos, puede diferir con respecto al orden temporal obtenido visualmente, de tal modo que no se puede simplemente identificar la sucesión temporal de los sucesos con la sucesión temporal de las experiencias.

con la ayuda de ellos todas las relaciones que tengan forma de leyes. El físico trata de reducir los colores y los tonos a vibraciones; el fisiólogo considera que pensamiento y dolor son procesos nerviosos, de tal modo que el elemento psíquico es eliminado del nexo causal de existencia y con ello desaparece como vínculo independiente en las asociaciones causales. Esta actitud considera que la comprensión de todas las relaciones mediante el uso exclusivo de conceptos de tipo espacial es posible en principio; y sin duda es a esta actitud a la que hoy se denomina a menudo «materialismo» (puesto que «materia» ha perdido su papel de concepto fundamental).

¿Por qué es necesario arrastrar desde las cimas olímpicas las ideas fundamentales platónicas pertenecientes al pensamiento de las ciencias naturales y por qué revelar su linaje terrenal? Respuesta: con el fin de liberar estas ideas del tabú que las acompaña, y así conquistar una mayor libertad en la formación de ideas o conceptos. Uno de los méritos perdurables de D. Hume y de E. Mach consiste en que ellos, con más ahínco que otros, introdujeron esta actitud crítica.

La ciencia ha adoptado del pensamiento pre-científico los conceptos de espacio, tiempo y objeto material (con el importante caso especial de «cuerpo sólido») y los ha modificado, los ha hecho más exactos. Su primer logro importante ha sido el desarrollo de la geometría euclidiana, cuya formulación axiomática no debe cegarnos e inducirnos a error en cuanto a su origen empírico (las posibilidades de acomodar o yuxtaponer cuerpos sólidos). En particular, la naturaleza tridimensional del espacio tanto como su carácter euclidiano tienen un origen empírico (puede ser llenado por completo por «cubos» concebidos de la misma manera).

La sutileza del concepto de espacio fue realzada por el descubrimiento de que no existen cuerpos completamente rígidos. Todos los cuerpos son elásticamente deformables y alteran su volumen con un cambio de temperatura. Las estructuras, cuyas posibles configuraciones habrían de ser descritas por la geometría euclidiana, no pueden ser caracterizadas, por consiguiente, sin referencia a la física. Pero toda vez que la física, después de todo, debe echar mano de la geometría para la configuración de sus conceptos, el contenido empírico de la geometría puede ser establecido y comprobado sólo dentro del marco del conjunto de la física.

Dentro de esta situación debemos pensar en los atomistas y en su concepto de divisibilidad finita, porque los espacios de exten-

sión subatómica no pueden ser medidos. Los atomistas también nos fuerzan, en principio, a abandonar la idea de superficies de cuerpos sólidos exacta y estáticamente definidos. Para hablar con exactitud, no existen leyes *precisas* ni siquiera en la macroregión, para las posibles configuraciones de cuerpos sólidos que se tocan los unos a los otros.

A pesar de esto, nadie pensó en renunciar al concepto de espacio, porque se lo consideraba indispensable dentro del conjunto del satisfactorio sistema de la ciencia natural. En el siglo XIX, Mach fue el único que pensó con seriedad en la eliminación del concepto de espacio, cuando quiso reemplazarlo por la noción de la totalidad de las distancias instantáneas entre todos los puntos materiales. (Mach llevó a cabo este intento con el fin de llegar a una comprensión satisfactoria de la inercia.)

El campo

En la mecánica de Newton el espacio y el tiempo desempeñan un doble papel. En primer lugar, desempeñan las funciones de portador o de marco de las cosas que ocurren en física, con respecto a la cual los fenómenos son descritos mediante las coordenadas de espacio y tiempo. En principio, la materia es concebida como algo que está compuesto por «puntos materiales», puntos cuyos movimientos constituyen un hecho físico. Cuando se considera la materia como continua, se suele suponer de manera provisional, cuando no se quiere o no resulta posible describir su estructura discreta. En este caso unas pequeñas partes (elementos de volumen) de la materia son tratadas en forma similar a puntos materiales, al menos en la medida en que estamos interesados sólo por los movimientos y no por las circunstancias que, de momento, no queremos o no nos sirve de nada atribuir a los movimientos (por ejemplo, los cambios de temperatura, los procesos químicos). El segundo papel del espacio y del tiempo es el de constituir un «sistema inercial». Los sistemas inerciales eran considerados distintos de todos los concebibles sistemas de referencia porque con respecto a ellos la ley de la inercia tenía validez.

Aquí, lo esencial es que la «realidad física», considerada independiente de los sujetos que la experimentan, fue concebida como algo que, en principio, consistía en espacio y tiempo por una parte y por

otra en puntos materiales de existencia permanente, en movimiento continuo con respecto al espacio y al tiempo. La idea de la existencia independiente del espacio y del tiempo puede ser expresada de una manera drástica así: si la materia tuviera que desaparecer, sólo quedarían tras ella el espacio y el tiempo (algo así como un escenario de las acciones físicas).

Este punto de vista ha sido superado a lo largo de un proceso que, en primer lugar, y en apariencia, nada tiene que ver con el problema del espacio y del tiempo; se trata del surgimiento del *concepto de campo* y su pretensión de reemplazar, en principio, la idea de partícula (punto material). Dentro de la estructura de la física clásica, el concepto de campo aparece como un concepto auxiliar en casos en los que la materia era tratada como un continuo. Por ejemplo, en la conducción térmica de un cuerpo sólido, el estado del cuerpo es descrito mediante la determinación de la temperatura en cada punto del cuerpo y en cada momento del tiempo. Desde el punto de vista matemático, esto significa que la temperatura *T* está representada como una expresión matemática (función) de las coordenadas de espacio y tiempo *t* (campo de temperatura). La ley de la conducción del calor es representada como una relación local (ecuación diferencial), que abarca todos los casos especiales de conducción del calor. La temperatura aquí no es más que un simple ejemplo del concepto de campo. Es decir, que se trata de una magnitud (o bien de un conjunto de magnitudes) que es función de las coordenadas y del tiempo. Otro ejemplo más es la descripción del movimiento de un líquido. En cada punto de ese líquido existe en cualquier momento una velocidad que, desde el punto de vista cuantitativo, es descrita por sus tres «componentes» con respecto a los ejes de un sistema de coordenadas (vector). Los componentes de la velocidad en un punto (componentes de campo) aquí también son funciones de las coordenadas *(x, y, z)* y del tiempo *(t)*.

Una de las características de los campos mencionados es la de que se presenten tan sólo dentro de una masa ponderable; sirven en forma exclusiva para describir un estado de esta materia. Según el desarrollo histórico del concepto de campo, donde no había materia tampoco podía existir campo. Pero durante el primer cuarto del siglo XIX se demostró que los fenómenos de la interferencia y de la difracción de la luz podían ser explicados, con una exactitud asombrosa, considerando la luz como un campo ondulatorio, análo-

go por completo al campo mecánico de vibraciones en los cuerpos sólidos elásticos. Fue así como se comenzó a sentir la necesidad de introducir un campo, que también podía existir en el «espacio vacío», en ausencia de materia ponderable.

Tal estado de cosas creaba una situación paradójica, porque, de acuerdo con su origen, el concepto de campo parecía quedar restringido a la descripción de estados en el interior de un cuerpo ponderable. Esto parecía tanto más cierto cuanto que se sostenía la convicción de que todo campo ha de ser considerado como un estado capaz de aceptar una interpretación mecánica, y esto presuponía la presencia de la materia. Y por ello se llegó a suponer que en todas partes, incluido el espacio que hasta ese momento había sido definido como vacío, existía una forma de materia a la que se denominó «éter».

La emancipación del concepto de campo de su base mecánica se sitúa entre los sucesos psicológicamente más interesantes registrados a lo largo del desarrollo del pensamiento físico. Durante el transcurso de la segunda mitad del siglo pasado, en relación con las investigaciones de Faraday y Maxwell, adquirió cada día mayor fuerza la convicción de que la descripción de los procesos electromagnéticos en términos de campo resultaba muy superior al tratamiento hasta entonces empleado, que se fundamentaba en los conceptos mecánicos de puntos materiales. Gracias a la introducción del concepto de campo en la electrodinámica, Maxwell logró predecir con éxito la existencia de ondas electromagnéticas, de cuya identidad esencial con la luz no se podía dudar, siquiera porque estaba probada la igualdad de su velocidad de propagación. Como consecuencia de ello, la óptica fue absorbida, en principio, por la electrodinámica. Un efecto psicológico de este enorme éxito fue que el concepto de campo ganó en forma gradual una mayor independencia con respecto a la armadura mecánica de la física clásica.

No obstante, en un primer momento se dio por sentado que los campos electromagnéticos debían ser interpretados como estados del éter y se trató de explicar, con gran empeño, dichos estados como mecánicos. Pero a medida que estos esfuerzos iban fracasando, la ciencia se acostumbró gradualmente a la idea de renunciar a esa interpretación mecánica. Sin embargo, aún perduraba la convicción de que los campos electromagnéticos debían ser estados del éter y esta era la situación hacia fines del siglo.

La teoría del éter trajo consigo una pregunta: ¿cómo se comporta el éter desde el punto de vista mecánico con respecto a los cuerpos ponderables? ¿Acompaña los movimientos de los cuerpos, o sus partes permanecen en reposo las unas con respecto a las otras? Muchos fueron los experimentos ingeniosos que se llevaron a cabo para decidir esta cuestión. En relación con esto, debemos mencionar los siguientes hechos importantes: la «aberración» de las estrellas fijas a consecuencia del movimiento anual de la tierra y el «efecto Doppler», es decir, la influencia del movimiento relativo de las estrellas fijas sobre la frecuencia de la luz que nos llega desde ellas, con frecuencias de emisión conocidas. Con excepción del experimento de Michelson-Morley, los resultados de todos estos hechos y experimentos fueron explicados por H. A. Lorentz partiendo del supuesto básico de que el éter no toma parte en los movimientos de los cuerpos ponderables y de que las partes del éter no tienen movimientos relativos las unas con respecto de las otras. De esta manera el éter apareció, por así decirlo, como la encarnación de un espacio absolutamente en reposo. Pero la investigación de Lorentz logró aún algo más. Explicó todos los procesos internos electromagnéticos y ópticos de los cuerpos ponderables conocidos en aquellos tiempos, a partir del supuesto de que la influencia de la materia ponderable sobre el campo eléctrico —e inversamente— se debe en forma exclusiva al hecho de que las partículas constitutivas de la materia llevan cargas eléctricas, que comparten los movimientos de esas partículas. Con respecto al experimento de Michelson y Morley, H. A. Lorentz demostró que el resultado obtenido al menos no contradice la teoría de un éter en reposo.

A pesar de todos estos hermosos éxitos, el estado de la teoría no era por completo satisfactorio, por varias razones. Por una parte, la mecánica clásica, de cuyo grado de aproximación a la realidad no se dudaba, enseña la equivalencia de todos los sistemas inerciales o «espacios» inerciales en la formulación de las leyes naturales, es decir, la invariancia de las leyes naturales con respecto a la transición de un sistema inercial a otro. Los *experimentos* electromagnéticos y ópticos, por otra parte, nos muestran lo mismo con notable exactitud. Pero los fundamentos de la *teoría* electromagnética nos han enseñado que hay un sistema inercial particular preferente, a saber, el del éter luminífero en reposo. Esta fundamentación teórica resultaba demasiado insatisfactoria. ¿No existía una modificación que,

como la mecánica clásica, conservara la equivalencia de los sistemas inerciales (principio de la relatividad especial)?

La respuesta a esta pregunta es la teoría de la relatividad especial. Esta teoría toma de la de Maxwell-Lorentz el supuesto de la constancia de la velocidad de la luz en el espacio vacío. Para que esto esté en armonía con la equivalencia de los sistemas inerciales (principio de la relatividad especial), debe abandonarse el carácter absoluto de la simultaneidad; además, las transformaciones de Lorentz para las coordenadas de tiempo y espacio valen para la transición de un sistema inercial a otro. El contenido total de la teoría de la relatividad especial está incluido en el siguiente postulado: las leyes de la naturaleza son invariantes con respecto a las transformaciones de Lorentz. La importancia de este requisito estriba en el hecho de que limita las posibles leyes naturales de una manera definida.

¿Cuál es la posición de la teoría de la relatividad especial con respecto al problema del espacio? En primer lugar, tenemos que desterrar la opinión de que el carácter cuatridimensional de la realidad ha sido introducido por primera vez por esta teoría. Incluso en la física clásica un fenómeno es localizado por cuatro números, tres coordenadas espaciales y una coordenada temporal; de modo que se considera a la totalidad de los «sucesos» físicos inmersa en una variedad continua de cuatro dimensiones. Pero de acuerdo con la mecánica clásica, este continuo de cuatro dimensiones se fracciona objetivamente en el tiempo unidimensional y en el espacio tridimensional, espacio que sólo abarca los sucesos simultáneos. Esto ocurre con todos los sistemas inerciales. La simultaneidad de dos sucesos definidos con referencia a un sistema inercial implica la simultaneidad de estos sucesos con referencia a todos los sistemas inerciales. A esto aludimos al decir que el tiempo de la mecánica clásica es absoluto. De acuerdo con la teoría de la relatividad especial la cuestión es distinta. La totalidad de los sucesos que son simultáneos con un suceso seleccionado existe, es verdad, con relación a un sistema inercial particular, pero ya no en forma independiente de la elección del sistema inercial. El continuo de cuatro dimensiones ya no puede fraccionarse de manera objetiva en secciones que contengan todos los sucesos simultáneos. El «ahora» pierde para el mundo de extensión espacial su significado objetivo. Por este motivo el tiempo y el espacio han de ser considerados como un continuo de cuatro dimensiones que, desde un punto de vista objetivo, es irresoluble, si

lo que se desea es expresar la sustancia de las relaciones objetivas sin tener que recurrir a innecesarias arbitrariedades convencionales.

Al revelar la equivalencia física de todos los sistemas inerciales, la teoría de la relatividad especial demostró el carácter insostenible de la hipótesis de un éter en reposo. Por consiguiente, fue necesario renunciar a la idea de que el campo electromagnético debe ser considerado como el estado de un portador material. Por esta vía, el campo se convirtió en un elemento irreducible de la descripción física, irreducible en el mismo sentido en que lo era el concepto de materia en la teoría de Newton.

Hasta este momento hemos dirigido nuestra atención a describir en qué sentido los conceptos de espacio y de tiempo fueron *modificados* por la teoría de la relatividad especial. Ahora, enfoquemos nuestra atención en los elementos de la mecánica clásica adoptados por la teoría de la relatividad especial. También en este caso, las leyes naturales son válidas sólo cuando un sistema inercial está tomado como base de la descripción espacio-temporal. El principio de inercia y el principio de la constancia de la velocidad de la luz son válidos exclusivamente con respecto a un *sistema inercial*. Las leyes de campo tampoco tienen significado y validez más que en relación con un sistema inercial. De este modo, como en la mecánica clásica, el espacio es también un componente independiente en la representación de la realidad física. Si imaginamos que la materia y el campo han sido eliminados, el espacio inercial o, para decirlo con mayor exactitud, ese espacio junto con su correspondiente tiempo, permanecerá. La estructura cuatridimensional (espacio de Minkowski) es considerada portadora de la materia y del campo. Los espacios inerciales, junto con sus correspondientes tiempos, no son más que sistemas cuatridimensionales de coordenadas privilegiados que están enlazados entre sí por las transformaciones lineales de Lorentz. En razón de que en esta estructura cuatridimensional ya no existen secciones que representen el «ahora» en forma objetiva, los conceptos de ocurrencia y de devenir no están por completo en suspenso, pero resultan complicados. Por lo tanto, parece más natural considerar la realidad física como un ente cuatridimensional y no, como se ha hecho hasta ahora, como la *evolución* de un ente tridimensional.

Este espacio rígido de cuatro dimensiones de la teoría de la relatividad especial es, hasta cierto punto, un análogo cuatridimensional del éter tridimensional rígido de Lorentz. También para esta

teoría es válida la siguiente enunciación: la descripción de los estados físicos postula al espacio como dado inicialmente y como dueño de una existencia independiente. Es decir, que tampoco esta teoría disipa el desasosiego de Descartes ante la existencia independiente, o incluso apriorística, del «espacio vacío». La verdadera finalidad de la discusión elemental reseñada en estas líneas es demostrar hasta qué punto estas dudas han sido superadas por la teoría de la relatividad general.

El concepto de espacio en la teoría de la relatividad general

En un primer momento esta teoría surgió del esfuerzo por comprender la igualdad de las masas inercial y pesante. Escogemos como punto de partida un sistema inercial S_1, cuyo espacio —desde el punto de vista físico— está vacío. En otras palabras, en esta parte del espacio por nosotros contemplada no existen ni materia (en el sentido habitual) ni un campo (en el sentido de la teoría de la relatividad especial). Con respecto a S_1 existe un segundo sistema de referencia, S_2, en aceleración uniforme. Por consiguiente, S_2 no es un sistema inercial. Con respecto a S_2 toda masa testigo se ha de mover con una aceleración que es independiente de su naturaleza física y química. Por lo tanto, con respecto a S_2 existe un estado que, al menos en una primera aproximación, no puede distinguirse de un campo gravitatorio. El siguiente concepto, pues, es compatible con los hechos observables: S_2 también es equivalente a un «sistema inercial»; pero con respecto a S_2 comprobamos que existe un campo gravitatorio (homogéneo), cuyo origen no nos preocupa. Así pues, cuando el campo gravitatorio pasa a ser incluido en nuestro modelo, el sistema inercial pierde su significado objetivo, suponiendo que este «principio de equivalencia» puede extenderse a cualquier movimiento relativo de los sistemas de referencia. Si es posible edificar una teoría consistente sobre la base de estas ideas fundamentales, tal teoría satisfará por sí misma la igualdad de las masas inercial y pesante, igualdad que ha sido sólidamente confirmada por vía empírica.

Considerada desde el punto de vista cuatridimensional, una transformación no lineal de las cuatro coordenadas corresponde a la transición de S_1 a S_2. Y aquí surge una pregunta: ¿qué tipo de transformaciones no lineales serán las permitidas o cómo se han

de generalizar las transformaciones de Lorentz? Para responder a esta pregunta es decisiva la siguiente consideración:

Adjudicamos al sistema inercial de la teoría primitiva esta propiedad: las diferencias de coordenadas son medidas por reglas «rígidas» estacionarias y las diferencias de tiempo por relojes en reposo. Este primer supuesto se complementa con otro: para la colocación relativa y el ajuste de las reglas de medición en reposo, son válidos los teoremas de «longitudes» de Euclides. De los resultados de la teoría de la relatividad especial se concluye, pues, a través de consideraciones elementales, que esta interpretación física directa de las coordenadas se pierde para los sistemas de referencia (S_2) acelerados con respecto a los sistemas inerciales (S_1). Pero si esto es así, ahora las coordenadas sólo expresan el orden o el rango de «contigüidad» y, en consecuencia, el número de dimensiones del espacio, pero no expresan ninguna de sus propiedades métricas. Nos vemos pues llevados a extender las transformaciones hasta incluir las transformaciones continuas*. Esto conduce al principio de la relatividad general: las leyes naturales deben ser covariantes con respecto a transformaciones continuas arbitrarias de las coordenadas. Este requisito (combinado con el de la mayor simplicidad lógica posible de las leyes) limita las leyes naturales relevantes con una fuerza incomparablemente mayor que la del principio de la relatividad especial.

Este encadenamiento de ideas está basado, en esencia, en el campo como concepto independiente, porque las condiciones que prevalecen con respecto a S_2 son interpretadas como un campo gravitatorio, sin que la cuestión de la existencia de las masas que producen este campo sea planteada. En virtud de estos razonamientos, también se puede llegar a captar el motivo por el cual las leyes de campo gravitatorio puro están más directamente enlazadas con la idea de la relatividad general que las leyes de campos generales (cuando, por ejemplo, está presente un campo electromagnético). Es decir, que tenemos un buen fundamento para suponer que el espacio «libre de campo» de Minkowski representa un caso especial posible de las leyes de la naturaleza; de hecho, el más simple de los casos especiales concebibles. Con respecto a su carácter métrico, ese espacio está caracterizado por el hecho de que $dx_1^2 + dx_2^2 +$

* Esta forma poco exacta de expresarse quizá baste en este caso.

dx_3^2 es el cuadrado de la separación espacial, medida con un cierto patrón, de dos puntos infinitesimalmente cercanos de una sección transversal de un «espacio» tridimensional (teorema de Pitágoras) donde dx_4 es la separación temporal, medida con una unidad de tiempo adecuada, de dos sucesos con (x_1, x_2, x_3) comunes. Todo esto simplemente significa que se adjudica un significado métrico objetivo a la cantidad

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - dx_4^2, \qquad (1)$$

como se puede demostrar fácilmente con la ayuda de las transformaciones de Lorentz. Desde el punto de vista matemático, este hecho corresponde a la condición de que es invariante con respecto a las transformaciones de Lorentz.

Si ahora, en el sentido del principio de la relatividad general, este espacio (véase la ecuación 1) quedara sujeto a una transformación continua arbitraria de coordenadas, entonces la cantidad *ds* estaría expresada en el nuevo sistema de coordenadas por la relación

$$ds^2 = g_{ik}\, dx_i\, dx_k \qquad (1a)$$

sumada para todos valores de los índices *i* y *k* desde 1,1; 1,2; ... hasta 4,4. Los términos g_{ik} ahora no son constantes, sino funciones de las coordenadas, que están determinadas por la transformación elegida arbitrariamente. Sin embargo, los términos g_{ik} no son funciones arbitrarias de las nuevas coordenadas, sino funciones tales que la forma (1*a*) puede volver a transformarse en la forma (1) mediante una transformación continua de las cuatro coordenadas. Para que esto sea posible, las funciones g_{ik} deben satisfacer ciertas ecuaciones covariantes generales de condición, que fueron derivadas por B. Riemann más de medio siglo antes de que se formulara la teoría de la relatividad general («condición de Riemann»). De acuerdo con el principio de equivalencia, (1*a*) describe en una forma covariante general un campo gravitatorio de un tipo especial cuando las funciones satisfacen la condición de Riemann.

Por consiguiente, de aquí se deduce que las leyes del campo gravitatorio puro de tipo general deben satisfacerse cuando la condición de Riemann queda satisfecha; pero ha de ser más débil o menos restrictiva que la condición de Riemann. De esta manera, las

leyes del campo gravitatorio puro están prácticamente determinadas por completo, un resultado que aquí no hemos de justificar en forma más detallada.

Ahora nos hallamos en posición de ver hasta qué punto la transición hacia la teoría de la relatividad general modifica el concepto de espacio. De acuerdo con la mecánica clásica y de acuerdo con la teoría de la relatividad especial, el espacio (el espacio-tiempo) tiene una existencia independiente tanto de la materia como del campo. Con el fin de estar en condiciones de describir lo que llena el espacio y es dependiente de las coordenadas, ha de creerse en la existencia previa del espacio-tiempo o del sistema inercial con sus propiedades métricas, porque de otra manera la descripción de «lo que llena el espacio» carecería de sentido*. Sobre la base de la teoría de la relatividad general, por otra parte, el espacio, por oposición a «lo que llena el espacio» que depende de las coordenadas, no tiene existencia separada. Es decir, que un campo gravitatorio puro podría haber sido descrito en términos de las g_{ik} (como funciones de las coordenadas), mediante la solución de las ecuaciones gravitatorias. Si imaginamos que el campo gravitatorio, es decir, las funciones g_{ik}, es eliminado, ya no quedará un espacio del tipo (1), sino absolutamente *nada*, ni siquiera un «espacio topológico». Y esto porque las funciones g_{ik} describen no sólo el campo, sino también —y al mismo tiempo— las propiedades estructurales topológicas y métricas de la variedad. Un espacio del tipo (1), juzgado desde el punto de vista de la teoría de la relatividad general, no es un espacio sin un campo, sino un caso especial del campo g_{ik}, para el cual —para el sistema de coordenadas que se haya utilizado que, en sí mismo no tiene significación objetiva— las funciones g_{ik} tienen valores que no dependen de las coordenadas. No existe algo que se pueda denominar espacio vacío, es decir, un espacio sin campo. El espacio-tiempo no reivindica para sí una existencia propia, sino que reclama la categoría de cualidad estructural del campo.

De modo que Descartes no se hallaba tan lejos de la verdad cuando creía que era necesario excluir la existencia de un espacio vacío.

---

* Si consideramos que todo lo que llena el espacio (por ejemplo, el campo), debe ser eliminado, aún quedará el espacio métrico de acuerdo con (1), que también podría determinar el comportamiento inercial de un cuerpo testigo que fuera introducido en él.

La noción, por cierto, parece absurda, en la medida en que la realidad física sólo es vista en los cuerpos ponderables. Hace falta la idea de campo como representante de la realidad, en combinación con el principio de la relatividad general para mostrar cuál era el verdadero meollo de la idea de Descartes: no existe espacio «vacío de campo».

Teoría gravitatoria generalizada

Por todo lo visto hasta aquí, comprendemos que puede obtenerse fácilmente la teoría del campo gravitatorio puro, sobre la base de la teoría de la relatividad general, porque podemos confiar en que el espacio «libre de campo» de Minkowski con su métrica, en conformidad con (1) debe satisfacer las leyes generales de campo. A partir de este caso especial se siguen las leyes de la gravitación mediante una generalización que está prácticamente libre de arbitrariedad. El posterior desarrollo de la teoría no está determinado de manera tan inequívoca por el principio de la relatividad general. Este desarrollo ha sido abordado en diversas direcciones a lo largo de las últimas décadas. El factor común de todos esos intentos es concebir la realidad física como un campo y, lo que es más, como un campo que es una generalización del campo gravitatorio y en el que la ley de campo es una generalización de la ley del campo gravitatorio puro. Después de largas investigaciones, ahora creo haber hallado la forma más natural de esta generalización, pero todavía no he podido comprobar si esta ley generalizada es acorde con los datos empíricos*.

La cuestión de la ley de campo concreta es secundaria en las consideraciones generales precedentes. En el momento actual, el problema principal está en determinar si una teoría de campo, de la índole de la que aquí contemplamos, está en condiciones de llevarnos hasta nuestro objetivo. Para esto será necesario obtener una

* La generalización puede caracterizarse de la siguiente manera: según su derivación del «espacio vacío de Minkowski», el campo gravitatorio puro de las funciones g_{ik} tiene la propiedad de la simetría, expresada por $g_{ik} = g_{ki}$ ($g_{12} = g_{21}$, etc.). El campo generalizado es del mismo tipo, pero sin esta propiedad de simetría. La derivación de la ley de campo es completamente análoga a la del caso especial de la gravedad pura.

teoría que describa en forma exhaustiva la realidad física, incluido en ella el espacio de cuatro dimensiones, por medio de un campo. La actual generación de físicos se inclina por responder en forma negativa a esta pregunta.

De acuerdo con la forma actual de la teoría cuántica, se cree que el estado de un sistema no puede especificarse de manera directa, sino sólo de un modo indirecto por la descripción estadística de los resultados de las mediciones que se hayan obtenido sobre el sistema. En términos generales prevalece la convicción de que la dualidad experimental (estructura corpuscular y estructura ondulatoria) puede ser comprendida tan sólo mediante un debilitamiento del concepto de realidad. Por mi parte, creo que una renuncia teórica de tan largo alcance no está justificada, de momento, por el estado actual de nuestros conocimientos y que no hay motivos para no continuar hasta el final del camino abierto por la teoría de campo relativista.

Índice analítico

Academia Bávara de Ciencias, 211-212
Academia Nacional Norteamericana de Ciencias, 87
Academia Prusiana de Ciencias, 207-208, 211, 212, 220
  conferencia en la, 232, 248
  declaración de la, 207-211, 82
Academia rusa, 138
aceleración, concepto de, 360
Advancement of Science, publicado en, 334
Albany, discurso pronunciado en, 69
Alemania
  colaboración entre Francia y, 117
  sistema político en, 22
  sobre, 207-214, 207
American Scholar, *The*, publicado en, 136
Anatomy of the Peace, *The*, publicado en, 127
Annalen der Physik, publicado en, 219
antisemitismo, 178, 189-190, 192, 196, 199
  manifestación francesa contra el, 212
  político, 193, 200
  véase también Liga Internacional para Combatir el Antisemitismo
aranceles, 96-97
  creación de nuevos, 96
Aristóteles, 359
armamento
  acumulación de, 116
  atómico, 128, 129, 147
  industria del, 115
  uso de la fuerza del, 121
arsenal atómico, 129, 130
Asamblea de las Naciones Unidas, 147, 148
Asamblea General, 141, 142, 143, 167
Asís, Francisco de, 49
Asociación Internacional de Academias, 91
Atlantic Monthly, publicado en, 122
atomismo, 301, 342, 343
átomo, estructura del, 330
axiomas, 232, 233, 297
  construcción, 297
  de la física, 265, 272
  véase también leyes fundamentales de la geometría euclidiana

Baeck, Leo, 37

Bargmann, Valentine, 217
barreras aduaneras, eliminación de las, 94
batalla del Ghetto de Varsovia, héroes de la, 214
Belief and Action (Herbert Samuel), 58*n*
Benedict, Ruth, *véase Pattern of Culture*
Berkeley, George, 31
Berliner, Arnold, 78
Berliner Tageblatt, publicado en, 15, 47
Bernard Shaw, George, 77
Bernouilli, D. 342
Biblia, la, 55, 78, 182, 191, 200
bidimensional, 242, 244*n*
Bilbo, senador, 142
Bismarck, 137
Bohr, Niels, 126, 312, 330, 331
Boltzmann, 256
bomba atómica, 123, 127, 129, 162, 165, 168
  desarrollo de la, 125
  como forma de destrucción económica, 131
  secreto de la, 134
bomba de hidrógeno, 163
bomba H, 162
Born, Max, 274, 313, 316
Brahe, Tycho, 253, 261
Brown, Robert, 220
Bulletin of Atomic Scientists, publicado en, 138, 169
Bulletin of the Society of Polish Jews, publicado en, 214
burocracia, poder de la, 162
búsqueda de la paz, la (entrevista radiada), 164

cámara de Wilson, 318
campo
  concepto de, 303-306, 344, 366-372
  de Faraday y Maxwell, 280
  de tensor
    no simétrico, 354
    simétrico, 353, 354
  eléctrico, 312, 344
  electromagnético, 267, 284, 311, 319, 326, 368
  existencia del, 219
  gravitatorio, 219, 246, 284, 286, 287, 284, 288, 310, 311, 319, 330, 346, 353, 372, 375, 376
  magnético, 344
  ondulatorio de de Broglie-Schrödinger, 332
  propiedad del, 346
  puro, 312, 351, 353, 376*n*
campos de concentración, 122
Canadian Education Week, mensaje a la, 75
capital
  inestabilidad del, 161
  privado, control de los medios por el, 160
  oligarquía del, 160
capitalismo, 126, 142, 145, 146, 161
  americano, 147
cápsula del tiempo, mensaje de la 28-29
Carnegie Hall, discurso en el, 150
carrera armamentista, 106, 162
  atómica, 164
Carta Atlántica, 120
carta a un árabe, 174-175
cárteles, *veáse* monopolios
chauvinismo, 104
  véase también nacionalismo; patriotismo
Chicago Decalogue Society, discurso ante la, 45
China
  impacto del comercio mundial en, 97
  superpoblación en, 16

Christian Register, *The*, publicado en, 59
ciencia
definición de la, 56
espíritu religioso de la, 51
estratificación de la, 293-294,
internacional, 91-92, 91
lenguaje común de la, 334-337,
método de la, 289-294, 289
persecución por las iglesias, 50
progreso de la, 42, 356-359
y fascismo, 40
y religión, 51-59
cinemática, 231
civilización
eclipse de la, 26
progreso de la, 26, 69
clases sociales, basadas en la fuerza, 20
Cohen, Morris Raphael, 88
Collier's Magazine, publicado en, 193
Comité Nacional de Trabajo para Palestina, 190
Commission de Coopération Intellectuelle, 94
comunidad
intelectual, 15
judía, 173, 176, 186, 191, 201
véase también judíos; judaísmo; pueblo judío
comunismo, miedo al, 46
condición de Riemann, 374
Conferencia Científica de Londres, 334
Conferencia para el Desarme, 103, 108
de 1932, 102, 106
Estados Unidos y la, 106-108
fracaso de la, 108
véase también desarme
confrontación entre potencias, 149
Congreso de los Intelectuales para la Paz, 151
Congreso de Zurich, 173
Congresos de Solvay, 80
conocimiento, el, 88
como lucha positiva, 341, 356
Conseil de la Recherche, 81
Consejo de Seguridad, 141, 143
Consejo Privado, entre judíos y árabes, 175
constante *h* de Planck, 87, 312, 313, 330, 331
contador Geiger, 318
contracción de Lorentz, 235
Copérnico, 261, 262, 359
Correo de la Unesco, publicado en, 166
cosmología, 218
crimen contra la humanidad, 214
véase también juicio de Nuremberg
crisis
de la economía mundial, 95-100
de los años treinta, 95
cristianismo y judaísmo, 187
cuantos de luz, 330
teoría de los, 219, 223
véase también fotones
cuatridimensional, 246, 280, 281, 283, 288, 350, 370
ente, 371
estructura, 371
sistema, 273-274
cultura,
como base de la comprensión mundial, 166
declive de la 169-170, 169
ética, necesidad de una, 62-63
y prosperidad, 118
Curie, Marie, 85-86
Curie Memorial Celebration, discurso para la, 85
curvatura
del espacio, 230
de Riemann, 289, 310

Dantzig, von, 311
Darwin, 55, 72
Davos, cursos universitarios en, 65-66
De Broglie, L., 273, 274, 313, 331
Declaración Universal de los Derechos del Hombre, 166-168
véase también derechos humanos
Demócrito, 49
derechos humanos, 45-46
violación de los, 46
desarme, 108-109, 165
Conferencia para el, 102
de los países, 68, 107
limitación de armamentos, 101
desarrollo de la maquinaria, 16
véase también evolución tecnológica
Descartes, 253, 278, 360, 361, 372, 375, 376
desintegración
atómica, 340
radiactiva, 339
dictaduras, surgimiento de las, 26
Die Naturwissenschaften, publicado en, 78, 248, 252
diferencias ideológicas, 134
dinero
control del, 99
fluctuación de valor del, 99
Dirac, P. 268, 273, 274, 313
Dreyfus, caso, 213
Dufour-Feronce, Albert, 92

economía
control de la, 97
libertad de la, 98, 99
mundial, crisis de la, 95-100
socialista, 145
ecuaciones
de Lagrange, 300
de Maxwell, 267, 273, 306, 307, 311, 318, 328, 345
de movimiento, 310
de Schrödinger, 313-316, 318
gravitatorias, 353, 375
Edad Media, 176
supersticiones en la, 75
Eddington, 219
educación, 65-76, 73
clásica, 74
control del clero en la, 155
en Estados Unidos, 68-69
familia, como transmisora de, 70
influencia de la, 71
militarista, 107, 109, 113
problemas de la, 70
tendencias militaristas y chauvinistas en la, 93
y las escuelas, 54
y las minorías, 119
y educadores, 67-68
y la paz mundial, 68-69
y pensamiento, 76
véase también enseñanza; escuelas; profesores y alumnos
efecto Doppler, 369
Ehrenfest, Paul, 84
Einstein, Albert
nociones erradas de, 138
pacifista convencido, 168
renuncia a la Academia Prusiana, 208
electrodinámica, 87, 280
electromagnetismo, teoría del, 79, 344, 369
de Maxwell, 82
simplificación de la, 83
elementos radiactivos,
descubrimiento de los, 86
energía
atómica, 123, 131, 132
control de la, 126, 129, 130, 131

efectos de la, 165
fines constructivos de la, 127
véase también desintegración atómica
cinética, 340, 343
mecánica, 343
enseñanza, 76
libertad de, 42, 45
métodos de, 73
véase también educación; escuelas; profesores
Eötvös, experimento de, 286
era atómica, 128, 136, 139
escuelas
métodos autoritarios de las, 71
véase también educación; enseñanza; libertad de enseñanza; profesores
espacio
absoluto, concepto de, 266
concepto de, 278-279, 347, 366, 372
cuatridimensional, 355, 377
curvatura del, 230
en reposo, 369
véase también éter en reposo
libre de campo, de Minkowski, 350, 373, 376
véase también estructura cuatridimensional; espacio vacío
métrico, 375*n*
real, 360
rígido de cuatro dimensiones, 371
tridimensional (teorema de Pitágoras), 242, 374
vacío, 372-376, 376*n*
espacio-tiempo, 348, 350, 366, 367, 371, 375
concepto de, 364
espíritu
competitivo, 61
nacionalista, 104
Essay on the Psychology on Invention in the Mathematical Field, An (Jacques S. Hadamard), 35
estadística de Bose-Einstein, 220
Estado, 102
limitaciones impuestas por el, 103
razones de, 41
bienestar del, 137
de Israel, 178
judío, creación de un, 183, 192
moderno, 153-154
mundial, 141, 144
miembro de las Naciones Unidas, 167
totalitario, 54
y la conciencia individual, 36-37
Estados Unidos, 148-149
impresiones de Einstein sobre, 15-19
juventud de los, 68
estructura
atómica, 274, 275, 333
cuatridimensional, 371
de la materia, 87
de la energía, 87, 87
del átomo, 330
éter, 258, 267, 275, 279, 280, 303, 368
como portador del campo, 344
teoría del comportamiento del, 369
en reposo, 369, 371
propiedades mecánicas del, 280
tridimensional rígido de Lorentz, 371
véase también espacio en reposo
Ethical Culture Society, 62
Euclides, 270, 297
Europa, 16-17, 86, 117
fascismo en, 16
inseguridad política en, 96

europeos, individualismo de los, 17
evolución
de la filosofía, 30
económica, 26
tecnológica, 26
experimento de Michelson, 246
experimento de Michelson-Morley, 369
exposición simple de la teoría de la relatividad restringida y general, Una, 360

Faraday, 245, 256, 265, 267, 279, 304, 326, 344, 368
concepto de, 257
fascismo
en Europa, 16
y ciencia, 40-41
federación mundial de naciones, 166
véase también gobierno supranacional
fenómenos
cuánticos, 322
térmicos, estudio de los, 338
Ficker, H. von, 210
Fifth Nobel Anniversary Dinner, 120
filosofía, evolución de la, 30
Fischer, Emil, 91
física
clásica, 222, 367, 368
fundamentos de la, 341
de Newton, 343, 360
fenomenológica, 302
teórica, 266, 268-275
fundamentos de la, 323-334
principios de la, 220, 221-223
métodos de la, 269
y realidad, 289-323
Forum and Century, publicado en, 19
fotones, 219
véase también cuantos de luz
Francia
colaboración entre Alemania y, 117
propuesta de tratados internacionales, 68
Franck, J., 316
Frankfurter Zeitung, publicado en, 261
Frauenglass, William, 44
Freedom, its meaning, publicado en, 41
Freud, Sigmund, 110
fuerza
de Coriolis, 250, 251
de gravedad, 255, 288
fuerzas militares, 86, 146
de las potencias, 125
unión de las, 135

Galileo, 32, 55, 222, 229, 254, 270, 287, 306, 329
leyes mecánicas de, 228
Gandhi, Mahatma, 24, 44, 86, 165, 169
gases radiactivos, 128
véase también teoría cinética de los gases
Gauss, 247, 347, 351
Gelegentliches, publicado en, 260
geometría, 232-245
axiomática, 233, 234, 235
contenido empírico de la, 365
de Euclides, 230, 235, 236, 240, 241, 242, 244, 245, 247, 270, 271, 276, 284, 296, 297, 336, 365
de Riemann, 236, 237, 238
véase también condición de Riemann; curvatura de Riemann
esférica, 242

esférica tridimensional, 244
no euclidiana, 245
Gibbs, J. W., 220
gobierno
mundial, constitución de un, 123-127, 133, 135, 139, 140, 145, 150, 163, 164
supranacional, 131, 135, 165
gobiernos
sobre los, 91-170
tiranía de los, 146
Goethe, 110, 207
grandes potencias, 120, 121, 124, 139, 141, 143, 167
Gran Guerra, la, 105
Grecia clásica, 270, 359
Gromyko, 131
Grossmann, Marcel, 288
guerra, 96, 141
abolición de la, 107, 168-169
amenaza de, 168-169
atómica, 122, 128
bacteriológica, 128
educación para la, 153
esclavitud de la, 116
rechazo absoluto de la, 101, 102, 101
mundial, 68, 113, 194
preventiva, 129
principios éticos de la, 129
Gumbel, E. J., 39, 40

Hadamard, Jacques S., 35
Hahn, 126
Hajessod, Keren, 186
Hegel, 30
Heisenberg, 275, 313, 333
Hellpach, Ministro de Estado, 173
Hertz, Heinrich, 258, 267, 304, 316, 326, 327
Herzl, 174, 179, 180
Heymann, Ernst, 208, 210
hidrodinámica, 250
historia del mundo, 69
Hitler, 121, 145, 214, 220
humanidad
amenaza para la, 357
bienestar de la, 151
crisis de la, 156
destino de la, 75, 102, 164
destrucción de la, 75, 123, 152, 154
ennoblecimiento de la, 187
fase depredadora de la, 155
militarización permanente de la, 135
naturaleza biológica de la, 158
salud de la, 70
Hume, D., 31-34, 365
Huygens, *véase* teoría ondulatoria de la luz de

ideal sionista, 180, 187
Impact, revista de la Unesco, 356
imperialismo
americano, 143
ideólogos del, 141
Inquiry into Meaning and Truth, An (Russell), 30
India, superpoblación en la, 16
Inglaterra, visita de Einstein a, 77
Instituto de París, 81
Instituto para la Cooperación Intelectual, 93-95
intelectuales
influencia de los, 111
mensaje a los, 151
véase también Instituto para la Cooperación Intelectual
inteligencia matemática, 35
intereses
armamentísticos, 112
véase también armamento
militares, 69
investigación científica, 126
especialización de la, 80
visión global de la, 79

James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume, 265
Japón, visita de Einstein al, 28
Jerusalén, conquista de, 191
Jesucristo, 24, 110, 187
Jewish National Fund, 178
Journal of the Franklin Institute, *The*, publicado en, 289
judaísmo, 188, 189
  naturaleza del, 192
judíos
  americanos, 203
  ayuda de la Unión Soviética a los, 121
  características como grupo, 196
  concepción del mundo, 188-189
  conversos (*Geheimrat*), 190
  de Hungría, 121, 186
  de Israel, 202, 204
  de Palestina, 203
  desamparo de los, 121
  en la Edad Media, 176
  europeos, 122
  odio a los, 193-200, 193
  resurgir de los, 185-186
  rumanos, 121
  y árabes
    enfrentamiento entre, 175
    relaciones entre, 179, 181
  véase también comunidad judía; judaísmo; pueblo judío
juicio de Nuremberg, 36, 46
Jungkaufmann, publicado en, 74
juventud
  cultivo y formación de la, 70
  participación en el proceso productivo, 99

Kaizo, publicado en, 168
Kaluza, 219, 311
Kant, Emmanuel, 32, 110, 207, 291, 292, 361*n*
Kelvin, Lord, 256
Kepler, Johannes, 50, 253, 261-264, 270
Keynes, propuesta de, 100
Klein, 311

Lagrange, *véase* ecuaciones de
Lake Success, 131
Laplace, 286
Leibnitz, 226, 254, 337, 347
lenguaje
  científico, 335, 336
  conceptos abstractos en el, 335
  conexión con el pensamiento, 335
  de la mecánica clásica, 355
  latín, desaparición como, 15
  papel del, 35
Lessing, 334
Leucipo, 342
ley
  de atracción, 255
  de Baer, 248-252
  de causación, 260
  de fuerza, 299, 351
  de igualdad de acción y reacción, 325
  de Kepler, 255
  de la constancia de la velocidad de la luz, 283
  de la equivalencia de la masa y la energía, 337-340, 337
  de la gravedad, 230, 259, 285
  de la inducción electromagnética, 344
  de la inercia, 287, 299, 309, 366
  de la propagación de la luz, 280
  de la electrodinámica, 330, 344
  de la radiactividad, 315
  de la refracción de la luz, 341
  de Newton, 83, 228, 239, 252, 256, 259, 266, 299, 305, 309, 328, 329, 360
  del campo gravitatorio puro, 343

del movimiento, 83, 255, 299, 308, 324, 328-329, 351, 353
diferencial, 260
fundamental de la geometría euclidiana, 271
libertad
académica, 39-40
de enseñanza, 42, 45
de expresión, 42
Liga Internacional para Combatir el Antisemitismo, 209-210
literatura clásica 74-75
Logic and Scientific Method (Morris Raphael Cohen), 88
London Times, publicado en, 227
Lord & Taylor, premio, 43
Lorentz, H. A., 79, 82-85, 229-230, 245, 258, 268, 280, 283, 305, 307, 328-329, 369, 371
véase también contracción de Lorentz; transformaciones de Lorentz

Mach, Ernst, 226, 238, 247, 285, 302, 325, 347, 365, 366
Maidanek, 121
Marte, órbita de, 263
Marx, Karl, 176, 197
masa
cualidad esencial de la materia, 338
inerte, 338, 346, 372
gravitatoria positiva, 351
pesante, 338, 346, 372
véase también materia
matemáticas, las, 232-234
materia
atómica, teoría completa de la, 311
estructura molecular de la, 322
ponderable, 248, 279, 303
véase también masa
Max Planck Memorial Services, 87
Maxwell, James Clerk, 82, 229, 230, 245, 256, 279, 302, 304, 326, 327, 344, 345, 368
ecuaciones de, 84, 267, 273, 306, 307, 311, 318, 328, 345
influencia de, 265-269, 265
véase también teoría de; teoría de la electricidad de; teoría de Maxwell-Lorentz
Mayer, Walter, 273
Meaning and Truth (Russell), 34
Meaning of Relativity, *The*, publicado en, 219
mecánica
clásica, 87, 246, 272, 298, 300, 301, 313, 314, 315, 319, 332, 369, 371, 375
como base de la física, 295-303, 295
cuántica, 268, 315, 317, 318, 332
de Galileo-Newton, 222
de Newton, 252, 258, 259, 302, 303, 304, 330, 342, 346, 366
véase también ley de Newton
estadística, 220, 319
véase también teoría cinética
fundamentos de la, 319
gravitatoria, 310
Mein Weltbild, publicado en, 15, 19, 23, 24, 26, 28, 39, 40, 51, 62, 65, 66, 67, 75, 77, 80, 82, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 102, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 173, 174, 176, 178, 185, 186, 187, 188, 189, 207, 211, 212, 223, 245, 269, 285
Meitner, Lise, 126
mentalidad militarista, 136-138
Mercurio, órbita de, 231
metafísica, miedo a la, 34

método
de de Broglie-Schrödinger, 260
de educación, 71
de Heisenberg, 318
métrica de Riemann, 288, 308, 329
véase también condición de Riemann; curvatura de Riemann; geometría de Riemann
Michelson, 369
Michelson-Morley, experimento de, 84
Millikan, demostración de, 316
Minkowski, 246, 287
minorías, las, 119
Moisés, 24, 197
monopolios
americanos, 143
capitalistas, 139
financieros e industriales, 142
formación de, 99
Monthly Review, publicado en, 155
Morley, 369
Morris Raphael Cohen Student Memorial Fund, 88
Moscow New Times, publicado en, 138
mujeres
de Norteamérica, respuesta a las, 19
patriotas, opinión sobre las, 114
y la guerra, 113
mundo
Einstein y su concepción del, 19, 21-23
exterior real, 290, 363
Mussolini, 41

nacionalismo, 15, 94, 191
apogeo del, 91
judío, 174
véase también chauvinismo; patriotismo
Naciones Unidas, 123, 125, 129, 130, 135, 141, 143, 165, 166, 167, 168
Asamblea General de las, 139
eficacia de las, 166
estados miembros de las, 144
Nagel, Ernest, 88
Nation, The, publicado en, 102
naturaleza humana, ambición en la, 72
véase también humanidad
nazis, 39
ejércitos, 121
mentalidad de los, 120
partido de los, 214.
uso del odio hacia los judíos, 199
violencia de los, 121, 138
víctimas de los, 122
negros, privación de derechos políticos de los, 142
New Palestine, publicado en, 190
New Times, publicado en, 144
Newton, Isaac, 50, 222, 229, 230, 231, 238, 245, 247, 252-260, 265, 266, 271, 272, 278, 279, 281, 300, 301, 304, 308, 324, 325, 344, 346, 347
véase también ley de Newton
New York Times, publicado en, 76
New York Times Magazine, publicado en, 47
Nieuwe Rotterdamsche Courant, publicado en, 15
Nobel, Alfred, 120, 122
no intervención, concepto de, 124
Norteamérica
gobierno de, 18
responsabilidad frente a Europa, 108
superioridad sobre Europa, 17
nuclear, *véase* reacción
Nuremberg, *véase* juicio de

objetores de conciencia, 105, 112
Occidente
  diferencias ideológicas, 134
  dominio clerical y científico en, 359
orden legal y supranacional, 132
  véase también gobierno supranacional; organizaciones supranacionales
organizaciones supranacionales, 147, 151, 154, 165-166
ORT, sociedades judías con fines caritativos, 176
Oswiecim, 121
Out of My Later Years, publicado en, 51, 69, 85, 86, 87, 120, 150, 200, 202
OZE, Sociedades judías con fines caritativos, 176

pacifismo, 112-113
  activo, 116
  estudiantes pacifistas, 100
  sobre el, 91-170
Pacto Kellogg, 104
Palestina, 121
  asentamiento en, 174, 180, 183
  plan de colonización de, 186
  prohibición de entrada a los judíos en, 122
  reconstrucción de, 178-185, 191
  una nueva, 182
Palestina Trabajadora, 185-186
panteísmo, 260
partículas, 348
  véase también punto material
patriotismo, 22, 69
  véase también chauvinismo
patrón oro, 98, 99
Pattern of Culture (Ruth Benedict), 61
Pauli, 311
paz, 111-112
  amigos de la 114-116
  búsqueda de la, 164-166
  enemigos de la, 143
  establecimiento de la, 125
  garantía de, 120
  mundial, 68-69, 111-112, 117, 124, 125
  trabajo en favor de la, 139
Perrin, 220
Philosophy of Bertrand Russell, *The*, publicado en, 29
Planck, Max, 87, 219, 222, 223, 224, 226, 330
  controversia entre Mach y, 226
  ley de la radiación de, 87
  véase también constante *h* de Planck
Platón, 30, 151
poder
  confrontaciones por el, 132
  adquisitivo, 98, 146
  económico, 145, 358
  militar de las naciones, 123, 126, 162
Poincaré, Henry, 235, 236, 295
Poisson, 286
política
  militarista, 132
  sobre la, 91-170
  uso de la fuerza en, 21
Popper-Lynkaeus, Joseph, 77
potencias
  centrales, 81
  mundiales, 131
Premio Nobel de Física, 178
prensa, 111
  manejo de la, 26, 142
  científica para no especialistas, 79
Primera Guerra Mundial, 178
principio
  de equivalencia, *véase* campo gravitatorio

de incertidumbre de Heisenberg, 275
de inercia de Galileo, 306
de la relatividad general, 348, 353, 354, 374
problema
del espacio, 275-284, 275, 360-377, 360
del movimiento, 218
producción
medios de, 159
objetivo de la, 161
y poder adquisitivo, 98-99
y trabajo, 99-100
véase también superproducción
profesores
influencia en los alumnos, 71-73, 88
y alumnos, 66-67, 66
progreso
intelectual, 119
peligros del, 105
progreso tecnológico, 97, 107, 146, 161
y capitalismo, 100
Progressive Education Association, 68
pueblo judío, 188
acerca del, 173-204
dispersión del, en Europa, 200
persecuciones del, 200
salvación del, 173
véase también comunidad judía; judíos; judaísmo
pueblos primitivos, 69
punto material, 301, 310, 313, 343, 346, 366, 367
concepto de, 299

reacción nuclear, 75, 126, 128
abuso de la, 75
descubrimiento de la, 75
realidad
del espacio, 347
física, 265, 267, 268, 269, 334, 348, 360, 366, 371, 376, 377
rearme, 151, 162
véase también armamento
Reissner, 312
relatividad
especial, 346, 350, 352
general, 218, 219, 269, 348, 350
principio de la, 229, 347, 351, 352
restringida, 246
y el problema del espacio, 360-377
religión
conflicto entre la ciencia y, 56
definición de la, 54-55, 62
del miedo, 47-48
mitos de la, 60
moral, evolución de la, 48
sentido de la, 22
sentimiento religioso cósmico, 49
y ciencia, 47-50, 59
Renacimiento, el, 25, 41, 183
Reves, Emory, 127
Revolución Francesa, 104
Ricci y Levi-Civita, cálculo diferencial absoluto de, 288
Riemann, B., 247, 280, 284, 288, 347, 351, 374
véase también condición de Riemann; curvatura de Riemann; geometría de Riemann
riqueza, sobre la, 24
Rocco, carta al señor, 40
Roosevelt, Eleanor, 162
Roosevelt, Franklin Delano, 147, 168
Rosen, doctor, 319
Rusia
impacto del comercio mundial en, 97
y comunismo, 100

véase también Unión Soviética
Russell, Bertrand, 29, 30, 31, 32, 137

Sabbath, 189
salario mínimo, 99
véase también trabajo
Samuel, Herbert, 58*n*, 178
Schopenhauer, 20, 49, 224
Schrödinger, Erwin, 220, 274, 313, 331, 332
Schwarzschild, 312, 320
Science, publicado en, 323, 337
Science Illustrated, publicado en, 337
Science, Philosophy and Religion, publicado en, 51
Scientific American, publicado en, 341
Segunda Guerra Mundial, 140, 170
seguridad supranacional, 133, 134, 138
véase también gobierno supranacional
selección natural, teoría de la, 72
sentimiento religioso cósmico, 49, 50
servicio militar, 46
obligatorio, 26, 46, 102, 104, 113, 115
como semillero de nacionalismos, 105
supresión del, 114-115
Shaw, Bernard, 177
sionismo, 173, 178, 185
deuda con el, 190-192
organizaciones sionistas, *véase* Palestina Trabajadora
sistema
de coordenadas, 228-229, 353, 367, 375
económico, desorganización del, 99
educativo y capitalismo, 161
inercial, 228-229, 308, 345, 366, 370, 371, 373
militar, 22
cuatridimensional, 371
véase también cuatridimensional
inercial, 285, 346, 350, 351
soberanía nacional
ilimitada, 150
limitación de la, 165
socialismo, 126, 134, 145, 146, 155, 161
sociedad
dependencia de la, 159
logros de la, 25
relación entre individuos y, 159
salud de la, 25
y personalidad, 24-26
Sociedad de Física de Berlín, 223
Sociedad de Naciones, 15, 68, 81, 92, 94, 103, 111, 115, 117, 139
Comité de Cooperación Intelectual de la, 80, 81, 92
Sociedad para el Progreso de la Ciencia, 356
sociedades judías con fines caritativos, *véase* ORT; OZE
Society for Social Responsability in Science, carta a la, 36
solidaridad
como característica del judaísmo, 189
internacional, 69
sentimiento de, 94
solución de Schwarzschild, 320, 321
Spaak, 139
Spencer, Herbert, 269
Spinoza, 30, 49, 176, 197, 260
super-Estado mundial, 139, 140
véase también gobierno supranacional
superproducción, 96
Swing, Raymond, 122

Talmud, 188

frutos intelectuales del, 24
teorema de Pitágoras, 282
teorema de «longitud» de Euclides, 373
teoría
cinética de los gases, 227
cuántica, 219, 274, 312-319, 322, 333, 377
cuántica de los gases, 220
de Bohr, 219, 313
de campo, 312, 322, 345
de campo de Maxwell, 267, 305
de la abstracción, 293
de la electricidad de Maxwell, 257
de la gravedad, 349, 376-377
de la gravedad de Newton, 309
de la materia, 220
de la materia atómica, 311
de la relatividad, 84, 217-219, 222, 227-232, 234, 242, 245-248, 280, 281, 306-312, 316*n*, 353
origen de la, 285-289
de la relatividad especial, 345, 370, 371, 372, 373, 375
de la relatividad general, 217-218, 231, 238, 239, 246, 247, 248, 258, 283, 288, 300*n*, 309, 318, 319, 341-355, 372, 375
de la relatividad restringida, 217, 229, 247, 281, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 328, 352
de la relatividad y los corpúsculos, 319-323, 319
de la selección natural, 72
de Maxwell, 222, 306, 311, 327, 328, 345
de Maxwell-Lorentz, 258, 307, 370
de las cinco dimensiones de Kaluza y Klein, 311
de Newton, 239, 257, 258, 351, 371
véase también ley de Newton
del átomo, *véase* teoría de Bohr
del campo gravitatorio, 246, 376
del campo unificado, 218
del comportamiento del éter, 369
del conocimiento, de Bertrand Russell, 29
del electromagnetismo, 79, 344, 369
física, 355
mecánica, 326
métrica de superficies, 351
molecular, 306
ondulatoria de la luz, 325
de Huygens, 303
relativista del campo total, 351, 353
Tercer Reich, 121
termodinámica clásica, 341
Thomson, J. J., 327
tiempo
concepto de, 362
unidimensional, 370
y espacio, 370
Tierra
campo gravitatorio de la, 254
destrucción de la, 128, 163
órbita de la, 262, 263, 264
rotación de la, 255, 250
Tito, 191
Torah, la, 188
trabajo
como motivación, 72
competencia por el, 99-100, 160
distribucion razonable del, 107
división del, 26
elevado precio del, 16
exclusión de personas de edad avanzada, 99

libertad del mercado de, 99
mejoras sociales dentro del, 160
mercado de, 99
necesidad del, 95
nuevos métodos de, 16
reducción de la jornada de, 98
salario mínimo, 99
y producción, 99.
véase también producción y trabajo
y progreso técnico, 97
véase también desarrollo de la maquinaria; evolución tecnológica
tradiciones, 97
judía, rasgo de la, 197
transformación de coordenadas, 350
véase también transformaciones de Lorentz
transformaciones de Lorentz, 84, 345, 347, 370, 371, 373, 374
Tratado de Versalles, 107
Tres Grandes, las naciones de los, 124
Tribunal Internacional de Arbitraje, 103, 105, 109-110, 117
véase también Conferencia para el Desarme; desarme
tridimensional
ente, 371
espacio, 275
naturaleza, 362
sistema, 349
geometría esférica, 244

Unesco, 93, 166, 167
Unión Soviética
diferencias ideológicas, 134
su apoyo a los judíos, 121
véase también Rusia
United Jewish Appeal, 200, 202
Universidad de Leiden, 84
Universidad Hebrea de Jerusalén, 178
universo espacialmente infinito, 238
uranio, 127

valores éticos, debilitamiento de los, 63
Veblen, Thorstein, 29, 155
velocidad de la luz, 258, 349, 350, 370
carácter finito de la, 312
ley de la constancia de la, 245
verdad, búsqueda de la, 61, 356-357,
vida
humana, inviolabilidad de la, 130
sentido de la, 23
Vossische Zeitung, publicado en, 173
votos, compra de, 142

Weizmann, Chaim, 178, 180, 183
Wells, H. G., 69, 177
Wertheimer, Max, 36
Weyl, 219
Wilhelm II, Kaiser, 137
White Paper, prohibición del, 122
Wilson, 68

Zola, Émile, 213

Preparada por el propio Einstein poco antes de morir, *Mis ideas y opiniones* es la antología definitiva de sus escritos menos técnicos.

En esta excepcional selección de fragmentos, el lector descubrirá la opinión de Einstein en materia de moral y ética, de religión, sobre el arte de gobernar, la literatura, las artes, la universidad, la economía o la filosofía. Su correspondencia íntima con otros personajes fundamentales de su época y sus observaciones sobre algunos de ellos, como Shaw, Freud, Gandhi y Lorenz, son la prueba palpable de la universalidad de sus afinidades intelectuales.

www.antonibosch.com

ISBN 978-84-95348-59-3

Antoni Bosch editor colección conjeturas