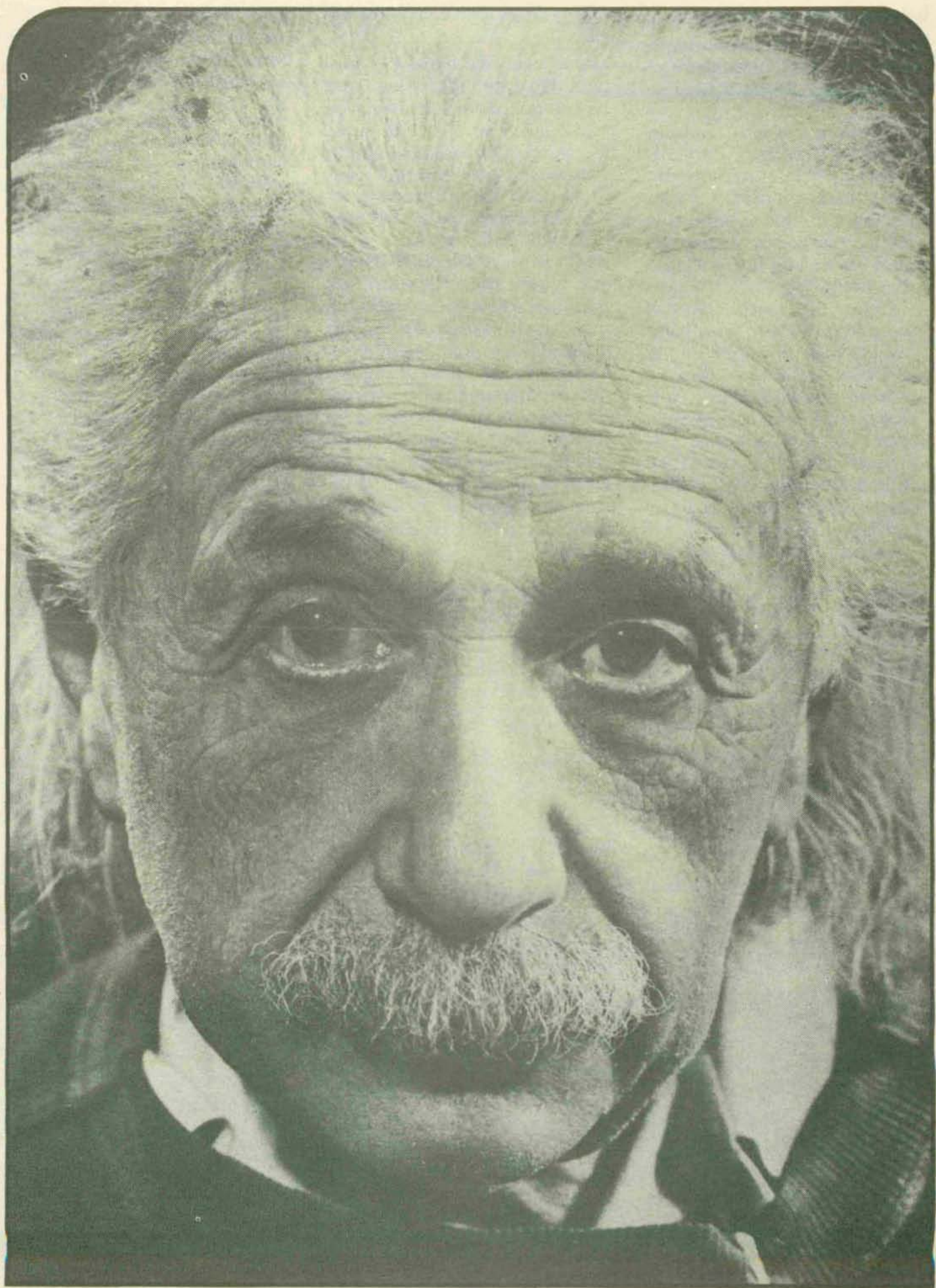


Einstein o la tragedia del científico en la sociedad contemporánea

Ricardo Lorenzo Sanz y Héctor Anabitarte Rivas

EL 26 de enero de 1939 Albert Einstein (1879-1955) llega a los Estados Unidos huyendo del nazismo. Siete meses después, el 2 de agosto, le escribe al presidente norteamericano, Franklin Delano Roosevelt, tratando de interesarlo en las investigaciones nucleares. Un mes después estalla la segunda guerra mundial, cuando Alemania invade Polonia. En 1938, dos científicos alemanes, Otto Hahn y Fritz Strassman, han descubierto la fisión nuclear. Berlín se interesa por dichas investigaciones. El 19 de octubre llega la respuesta a la carta del científico: «Mi querido profesor: le agradezco su reciente carta y su interesantísimo e importante alegato. He encontrado sus datos tan importantes que he reunido una junta...». El gran drama del siglo XX sube a escenario. Einstein, como un aprendiz de hechicero, ha desatado, podemos calificar de una manera inocente, un proceso fantástico, casi mágico, que pone en peligro la existencia de la vida en el planeta y su existencia misma. La energía nuclear, como un nuevo **árbol prohibido**, aparece ante la humanidad. El 6 de agosto de 1945, a las ocho y cuarto, «Muchachito», la primera bomba atómica no experimental destruye Hiroshima. Einstein dice apenado: «Si lo hubiese sabido..., no hubiese escrito jamás esa carta». Einstein, es un pacifista, que sabe que aterrorizado por la amenaza que representaba Hitler, se ha permitido ser el **padre** de la más peligrosa e incontrolable criatura que registra la historia. Para él, el pacifismo es —según dice— un sentimiento instintivo, un sentimiento que lo domina porque «el asesinato del hombre me inspira profundo disgusto. Mi inclinación no deriva de una teoría intelectual; se funda en mi profunda aversión por toda especie de crueldad y de odio». Pero el instinto ha fallado. Este hombre, tan humanista, ha posibilitado la crueldad más terrible y el odio más sofisticado. Así, el científico de la sociedad contemporánea, abrió la Caja de Pandora, perdiendo la llave. Eso sí, le dio a la humanidad la posibilidad de comportarse con responsabilidad. Es ya mayor de edad. Tiene que fijarse sus propios límites. Ahora, si se equivoca, si comete un error, puede ser el último.



E igual a mc^2

Einstein ha cambiado la definición que teníamos sobre el mundo, sobre el universo. En el lapso de dos décadas formuló una teoría repitiendo la hazaña de Tolomeo, de Galileo, de Copérnico, de Newton. Para Einstein, razón y experiencia son los elementos constructivos de la imagen del mundo y de sus leyes. Como subraya Philipp Franck, «para Einstein, las leyes teóricas fundamentales son una libre creación de la imaginación; el resultado de la actividad de un inventor está limitado por dos principios: uno empírico, según el cual las conclusiones emanadas de la teoría deben estar confirmadas por la experiencia, y otro, entre lógico y estético, para el que las leyes fundamentales deben ser po-

cas y lógicamente compatibles».

«Para tener algún valor —subraya Bertrand Russell—, una teoría no deberá resultar de una atenta recolección y selección de observaciones individuales. Debe emerger más bien como una imprevista intuición imaginativa, tal como le sucede a un poeta o a un compositor». De ello deriva que, como dice Einstein, «la misión más alta del físico será, pues, la investigación de las leyes elementales, las más generales, y de ellas se deberá partir para alcanzar, a través de simples deducciones, la imagen del mundo. Ningún camino lógico conduce a estas leyes elementales: sólo la intuición, fundada en la experiencia, puede permitir alcanzarlas».

Para llegar a enunciar la teoría, Einstein nunca temió alejarse de las ideas comunes, de las lecturas simples y sencillas de la realidad. No vaciló nunca en confiarse más en las matemáticas y en las experiencias que en la evidencia sensible, aun cuando trató de demoler y de comprender en un esquema teórico más vasto, la sólida imagen del mundo construida por Newton y por sus leyes de la gravitación universal: «Newton, perdóneme; tú encontraste el único camino que en tu tiempo fue posible alcanzar para un hombre de gran intelecto y poder creativo. Los conceptos de tu creación guían, todavía hoy, nuestro pensamiento en el campo de la física, si bien ahora comprendemos que deben ser sustituidos por otros más alejados de

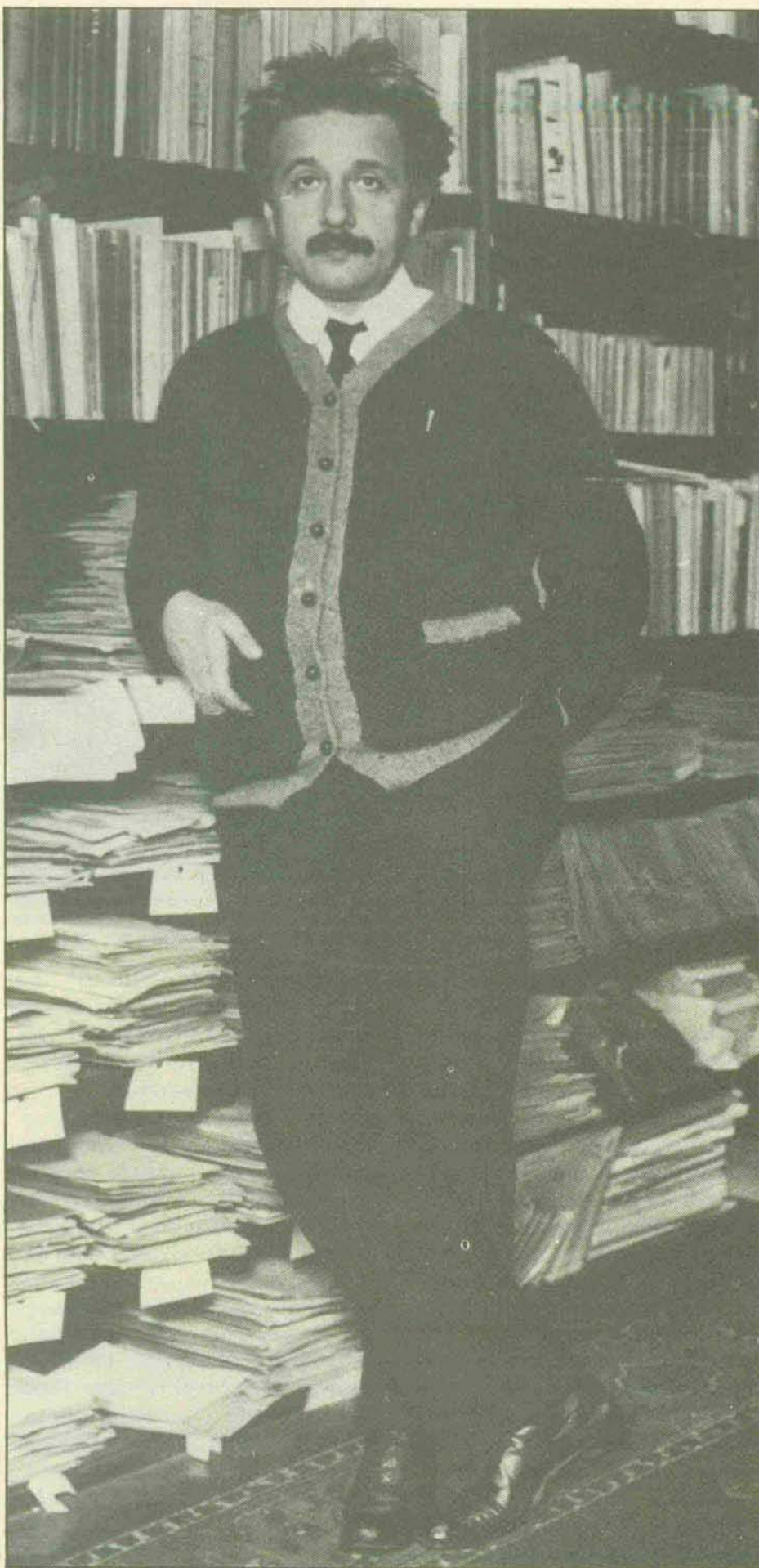


«La bomba de hidrógeno aparece como algo posible. ...Si este propósito se realiza, el envenenamiento de la atmósfera por medio de la radioactividad y, en consecuencia, la destrucción de toda forma de vida sobre la Tierra, entrará en el dominio de las posibilidades técnicas» (Einstein).

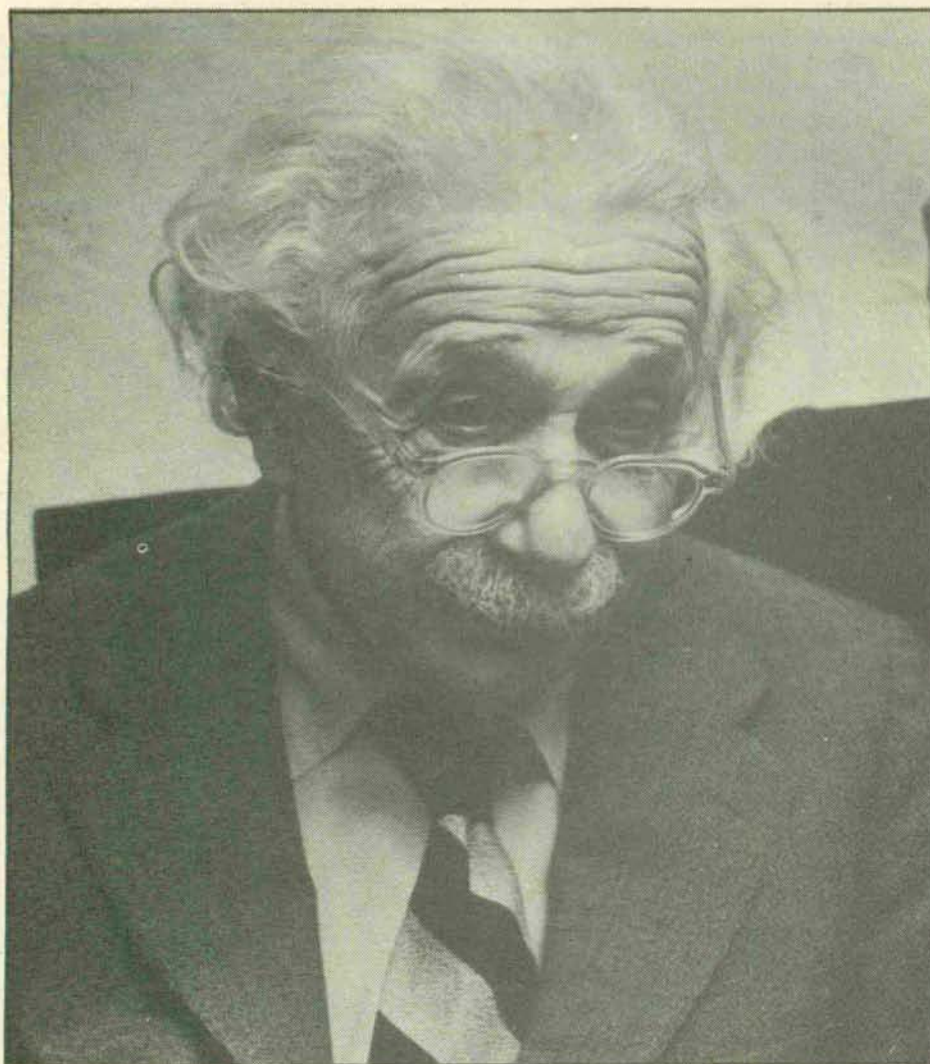
la esfera de la experiencia inmediata, si se quiere alcanzar un conocimiento más profundo de las relaciones entre las cosas».

«En una buena novela policial —dice el científico—, los indicios más aparentes suelen conducir a falsas sospechas. De la misma manera, en nuestro intento de comprender las leyes de la naturaleza, sucede frecuentemente que la explicación intuitiva más obvia induce al error». Desde su primer escrito fundamental, pasando por su genial teoría de la relatividad, hasta sus últimas dos fórmulas sobre la teoría del campo unificado, publicadas poco antes de su muerte, Einstein perseguirá, con convicción inquebrantable, la posibilidad de lograr una síntesis, de construir una teoría única, general, siguiendo los criterios por él indicados: «Una teoría es tanto más convincente cuanto más simples son sus premisas, cuanto más variadas son las cosas que reúne, cuanto más extenso es el campo de su aplicación».

Las dos suposiciones fundamentales de la teoría de la relatividad restringidas fueron las siguientes: 1.º) Independientemente del movimiento de su fuente la luz se mueve siempre a través del espacio vacío con una velocidad constante. Por lo tanto, la velocidad de la luz es la misma en todos los sistemas de referencia que se mueven con un movimiento uniforme los unos respecto a los otros; 2.º) No hay manera de establecer si un cuerpo está quieto o en movimiento uniforme respecto a un éter fijo. Es así que, resultando «todo relativo», esta premisa sugiere una hipótesis: todas las leyes de la naturaleza son las mismas en todos los sistemas de referencia en movimiento uniforme



Einstein en el lapso de dos décadas formuló una teoría repitiendo la hazaña de Tolomeo, Galileo, Copérnico y Newton.



«En una buena novela policial —dice el científico—, los indicios más aparentes suelen conducir a falsas sospechas. De la misma manera, en nuestro intento de conocer la naturaleza, sucede frecuentemente que la explicación intuitiva más obvia induce al error».

los unos relativamente a los otros.

Por lo tanto, «la relatividad restringida» tomaba como principio que, cuando dos cuerpos están en movimiento rectilíneo uniforme, el uno relativamente al otro, todas las leyes de la física —sean las de la dinámica corriente como las correspondientes a la electricidad y al magnetismo— son exactamente idénticas para los dos cuerpos.

La primera consecuencia de la «relatividad restringida» es la modificación sustancial de los conceptos de espacio y de tiempo. El espacio absoluto —escribió Newton en sus Principios matemáticos de la filosofía natural—, por su naturaleza, se mantiene siempre igual e invariable sin ninguna

relación con lo exterior. El tiempo absoluto, verdadero y matemático, transcurre del mismo modo, sin ninguna relación con lo exterior.

En este caso es también preciso liberarse del «sentido común». Dos sucesos simultáneos que se verifican en dos puntos diversos de un sistema no resultan así si son observados desde otro sistema en movimiento respecto al primero. Es decir, que, al menos parcialmente, el espacio es intercambiable con el tiempo. Para aclarar este concepto partamos del ejemplo elemental proporcionado por el científico George Gamow. Consideremos un viajero sentado a la mesa en un tren en marcha; primero come la sopa, luego la carne y finalmente el postre.

Estos hechos se realizan todos en el mismo lugar, la mesa, pero en instantes sucesivos. Sin embargo, para un observador adherido a la vía férrea, el viajero consume la sopa y el postre a una distancia de varios kilómetros. Esta conclusión aparentemente insignificante puede ser formulada así: Hechos que se verifican para un sistema en el mismo lugar, pero en instantes sucesivos, se verifican en lugares diversos para un sistema en movimiento respecto del otro. La quiebra del concepto newtoniano de «tiempo absoluto» y la relación entre espacio y tiempo han sido puestas en evidencia por la quiebra de la noción clásica de la contemporaneidad absoluta de dos sucesos. Para demostrar la macroscópica contradicción implícita en el concepto de contemporaneidad nos servimos de experimentos ideales en los que entran en juego inmensas distancias y enormes velocidades. Dice Bertrand Russell: «... el telégrafo sin hilos viaja con la velocidad de la luz, de manera que no puede esperarse que haya nada más veloz. Lo que un hombre hace como consecuencia de la recepción de un radiomensaje, lo hace **después** que el mensaje ha sido enviado... Pero todo lo que hace mientras el mensaje se halla en viaje no puede ser influido por el envío del mensaje, y tampoco puede influir sobre quien envía el mensaje hasta algún tiempo después que el mensaje ha partido. Es decir, que si los dos cuerpos están separados por una larga distancia, el primero no puede influir sobre el otro sino después de un cierto lapso; lo que ocurre antes que haya transcurrido este tiempo no puede influir sobre el cuerpo distante. Suponed que se produzca en el sol un evento importante; hay un período de 16 minutos so-



Einstein y Oppenheimer; ambos científicos son perseguidos por el maccartismo por sus posiciones en favor del desarme nuclear.

bre la Tierra durante el cual ningún suceso puede influir sobre el hecho importante verificado en el Sol ni éste, a su vez, pudo haber influido sobre aquél. Lo que permite considerar el período de 16 minutos sobre la Tierra como ni precedente ni sucesivo al evento solar».

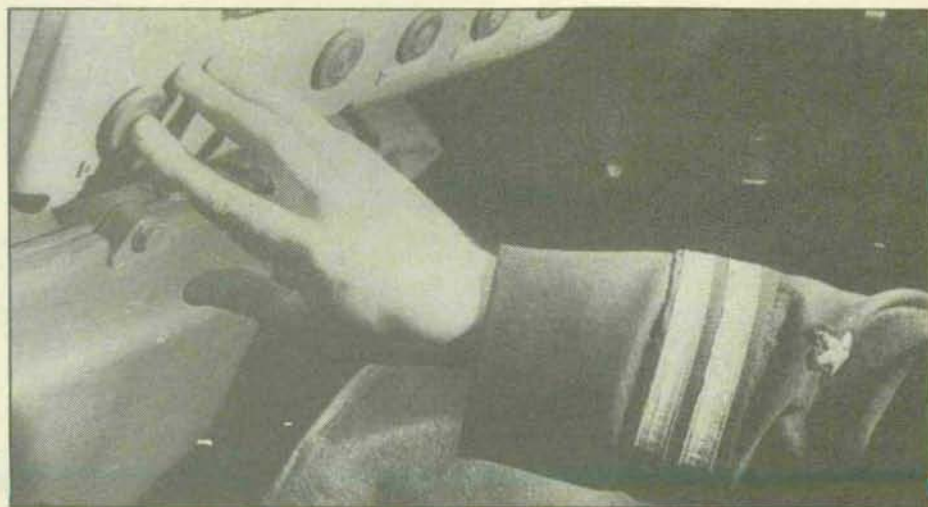
Se trata por lo tanto de superar la vieja distinción entre el tiempo y espacio basada en la convicción de que es posible describir el Universo en términos puramente espaciales, en un instante dado; de darse cuenta de que esto no puede hacerse a menos de indicar el momento en el cual un cuerpo es tomado en consideración, porque ese momento influye claramente sobre la determinación del cuerpo mismo. En definitiva se trata, más que de hablar de un cuerpo espacial (*tridimensional*) en un momento dado, de hablar de un «evento», es decir, de algo que

está definido por cuatro dimensiones, de alguna manera conexas. El mundo de los eventos constituye un continuo cuatridimensional (tres dimensiones espaciales y una temporal), un continuo espacio-temporal.

La relatividad general

Si la teoría de la «relatividad

restringida» puede considerarse como una extensión de la relatividad de Galileo, en el campo de los fenómenos mecánicos y en el de los electromagnéticos, siempre y cuando se refiera al movimiento uniforme, la «relatividad general» intenta aplicar los mismos principios al movimiento no uniforme. La «relatividad



Einstein es uno de los primeros en denunciar los peligros de la guerra de los «botones», una guerra difícil de controlar una vez desatada y que puede poner fin a la vida humana.

restringida» ha hecho evidente que, cuando dos cuerpos se mueven con movimiento uniforme (esto es, en línea recta y con velocidad constante) el uno con relación al otro, las leyes de la física (las mecánicas y las electrodinámicas) son exactamente idénticas para los dos cuerpos. ¿Qué sucede si el movimiento de los dos cuerpos no es uniforme? Si, por ejemplo, uno de los dos cuerpos es la tierra y el otro una piedra que cae con movimiento acelerado, cada vez con mayor velocidad?

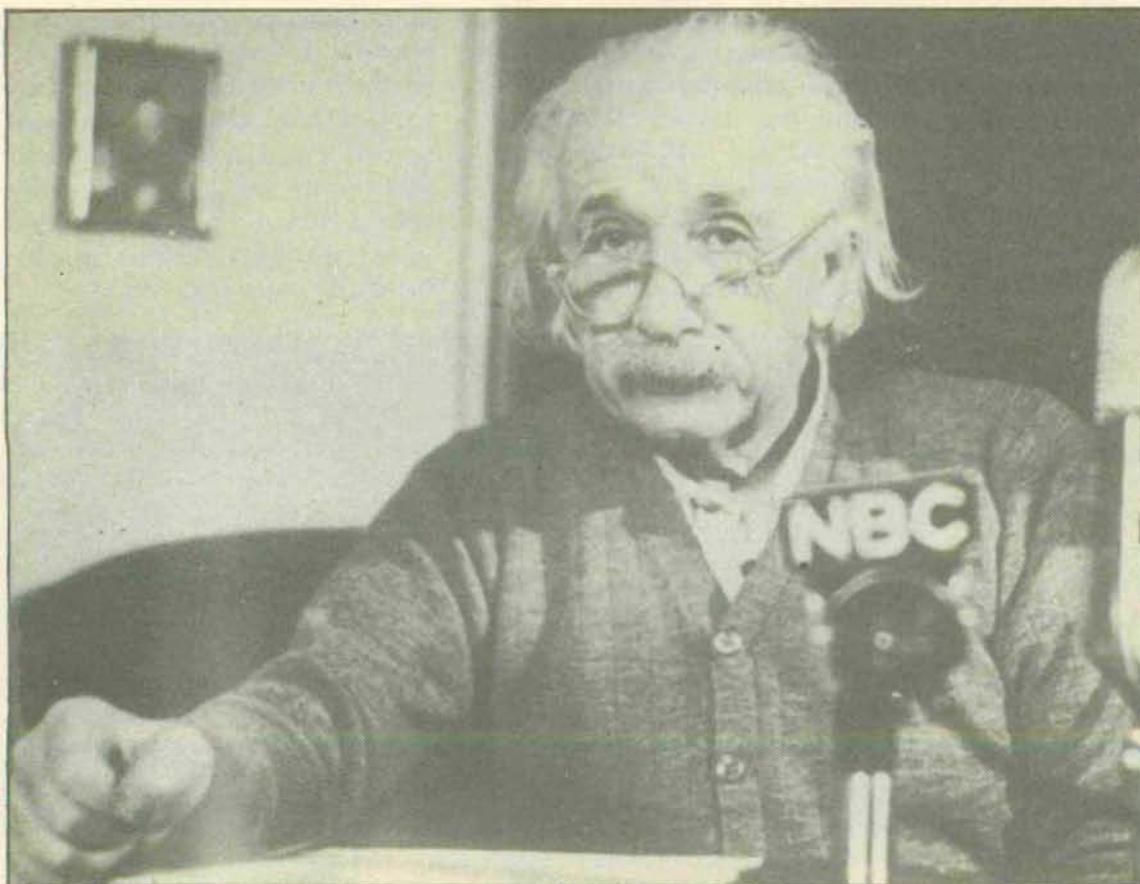
En la tentativa de resolver este problema, Einstein logra formular la «teoría general de la relatividad» diez años después de haber formulado la de la relatividad restringida. La relación entre las dos teorías puede formularse de la manera siguiente: así como los conceptos de quietud y de movimiento son relativos y dependen del sistema de referencia elegido, así también son relativos los conceptos de

gravedad y de aceleración; en cierto sentido también la gravedad y la aceleración están íntimamente conectadas entre sí.

Una nueva imagen del Universo

Con la teoría de la «relatividad general», Einstein había perseguido el objetivo de construir una imagen estable del Universo, estable más allá de las bases reveladas por la visión newtoniana. Partiendo de la íntima relación entre la gravedad y la aceleración, Einstein vuelve a postular que todas las leyes de la naturaleza son constantes y permanecen iguales respecto a cualquier observador. Pero la «relatividad restringida» y la «general» deben insertarse en un todo más amplio, en una gran explicación, geométrica del Universo. La geometría de la cual Einstein se sirve para ello no es la clásica, es decir, la

euclidiana. La geometría utilizada por él es la tetradimensional de Riemann. Para comprender intuitivamente de qué cosa se trata, se puede pensar en un espacio «plano» de dos dimensiones; en él la geometría de Riemann busca representar lo que se encuentra en la superficie de una esfera. Sobre esta superficie existirá aun la línea recta (el «meridiano»), línea recta entendida como el camino más corto entre dos puntos, pero no existirán más rectas paralelas (en efecto, todos los meridianos se encuentran en los dos polos). En la física clásica —la de Galileo, Képler, Newton—, si un cuerpo se mueve en el espacio lo hace en línea recta y a velocidad constante, cuando no está ligado a alguna fuerza. Por ejemplo, un planeta se alejaría en línea recta si no lo retuviese la fuerza de gravedad del Sol, que atrae al planeta en una órbita eclíptica. En la física relativista la línea recta, se-



Einstein trabajó en la «teoría del campo unificado» a lo largo de 40 años. Entretanto, polemizaba con la última teoría de la física atómica y subatómica, afirmando su derecho a continuar trabajando sobre una visión unitaria, absoluta del mundo.

gún la cual se mueve un cuerpo, no está en el espacio, sino en el espacio-tiempo. Y en la vecindad de grandes masas materiales —como el Sol—, el espacio-tiempo sigue una geometría no-euclidiana y se curva: los cuerpos siguen continuamente los caminos más «rectilíneos» posibles, pero lo que es «rectilíneo» en el espacio-tiempo resulta curvo cuando se proyecta en el espacio. Todo evento que tiene lugar en el Universo es un evento que se verifica en un mundo tetradimensional de espacio-tiempo.

Para Einstein, «la naturaleza es una armonía interna tan maravillosa que tal vez, de hechos aparentemente desconocidos, se pueden deducir fenómenos todavía no observados, con tal sensación de seguridad, como para esperar sin temor, incluso sin curiosidad, la confrontación con la experiencia».

La teoría del campo unificado

La «relatividad restringida» y la «relatividad general» sólo han iniciado, según Einstein, el trabajo de geometrización de la realidad, la tentativa de construir una imagen del Universo sobre «leyes simples», lógicamente conexas, hacia la cual él habría tendido siempre. «La obra de Einstein, escribe George Gamow, se tradujo prácticamente en la geometrización de una vasta parte de la física; el tiempo se convirtió en un pariente cercano de las tres coordenadas espaciales y la fuerza de gravedad fue atribuida a la curvatura de este Universo tetradimensional. Pero las fuerzas eléctricas y magnéticas estaban todavía fuera del dominio de la geometría, y Einstein, que había ido tan lejos, con-



«Todo parece encadenarse en esta siniestra marcha de los acontecimientos. Cada paso parece una consecuencia inevitable del que lo precedió. Al término de este camino se perfila cada vez más claramente el espectro de la inanición general» (Einstein).

centró toda su inteligencia para poner riendas también al campo electromagnético. No fue casual que su construcción arrancara de una única constante, la velocidad de la luz, punto de partida de una colosal, grandiosa y sin embargo simple 'imagen del mundo'».

Einstein trabajó en la «teoría del campo unificado» a lo largo de 40 años, hasta el día de su muerte. Entretanto polemizaba con la última teoría de la física atómica y subatómica, afirmando su derecho a continuar trabajando sobre una visión unitaria, absoluta del mundo: «No puedo todavía presentar argumentos lógicos como sostén de mi tesis; sólo puedo traer como testimonio mi dedo meñique, es decir, una autoridad que no puedo pretender que sea respetada fuera de mi propio pellejo».

Un pacifista

Como podemos apreciar, Einstein está vinculado con las armas atómicas pero su trabajo concreto, a través de décadas, no se vincula con ellas.

Pero tanto él como otros científicos están vinculados al desarrollo de las mismas, y pesará en sus conciencias el papel que les correspondió. Le pedirán, inútilmente, al presidente Truman, que arroje la bomba sobre el mar. Sería suficiente para que Tokio comprendiera que debía rendirse.

En 1950, ante la televisión norteamericana, condena la bomba H. Einstein afirma, no temiendo al maccartismo, que «la bomba de hidrógeno aparece como algo posible, alcanzable en poco tiempo. El presidente Truman ha anunciado que su realización debe ser acelerada. Si este propósito se realiza, el envenenamiento de la atmósfera por medio de la radioactividad y, en consecuencia, la destrucción de toda forma de vida sobre la Tierra, entrará en el dominio de las posibilidades técnicas. Todo parece encadenarse en esta siniestra marcha de los acontecimientos. Cada paso parece como la consecuencia inevitable del que lo precedió. Al término de este camino se perfila cada vez más claramente el espectro de la inanición general». ■
R. L. S. y H. A. R.