

cia, en creciente medida, los recursos que se requieren para una moderna reestructuración de los institutos y hacer factible el desarrollo de nuevas especialidades.

Debe incluirse también en lo anterior una remuneración adecuada del profesorado, de los científicos en general. Las más altas dotaciones de los investigadores y los institutos de investigación en los Estados Unidos (no de todos, ni mucho menos) constituyen un esencial elemento de seducción para la emigración a Norteamérica de jóvenes investigadores de las nuevas generaciones, aunque rara vez se confiese, y se agiten, como más decorativo (y decoroso...) pretexto, consignas de la reforma universitaria y el team-work.

## RECUERDOS DE EINSTEIN EN NUESTRA CORRESPONDENCIA DE CINCUENTA AÑOS

por el prof. Dr. H. C. MAX BORN

Premio Nóbel de Física

Son más de cincuenta, breves y extensas, las cartas que he recibido de Einstein en el transcurso de mi vida. Las he copiado todas para mayor seguridad de su conservación. Reapareció así el amigo con tal realidad ante mí, que en cuerpo y alma pude volver a verle y oír de nuevo su voz y su risa maravillosa.

Cuando el Conde Bernadotte me pidió encargarme del discurso general en la reunión de Lindau, pensé transmitir en él la impresión de los recuerdos suscitados por las cartas. Comunicaré, así, el contenido de las partes en que se ocupa de problemas filosóficos, de concepción del mundo y físicos, además de alguna manifestación característica sobre problemas generales de la época. De lo propiamente político, por grande que sea el papel que haya representado en la vida de Einstein, haré aquí abstracción por no parecer adecuado al designio de esta asamblea. Einstein conservó todas mis cartas, así como las de mi mujer. Cuando se publique el epistolario completo, cobrarán realce los rasgos de su personalidad a que aquí no debo referirme.

Mucho antes de leer el célebre trabajo de Einstein de 1905, conocía yo, a través de mi maestro Hermann Minkowski, el aspecto formal, matemático, de la Teoría Especial de la Relatividad. No obstante, por el trabajo de

Einstein me sentí como iluminado, a tal punto, que influyó en mi pensamiento con mayor hondura que cualquier otro acontecimiento científico. Personalmente conocí a Einstein en el congreso de investigadores de las ciencias naturales de 1909 en Salzburg. No recuerdo si hubo alguna correspondencia entre nosotros por entonces ya que no he salvado ninguna carta de aquella época.

Como es sabido Einstein fue nombrado, en una sección de investigación de la Academia de Berlín, sucesor de Van't Hoff, siendo nombrado yo, un año más tarde, profesor extraordinario de la Universidad de Berlín para aliviar el recargo de tarea docente de Max Planck.

Nos trasladamos a Berlín en la primavera de 1915 e inicié el trabajo de mi clase. Pero pronto hube de interrumpirla y vestir el uniforme de soldado. Tras algunos meses en la aviación fui designado para formar parte de la Comisión de Estudio de la Artillería, autoridad militar donde, bajo la dirección de mi amigo Rudolf Ladenburg, un grupo de físicos trabajaba en el desarrollo de métodos técnicos de experimentación para la artillería. El edificio de esta autoridad militar en la calle Spichern estaba muy próximo al domicilio de Einstein en el distrito que solían llamar "barrio bávaro". Pude así visitarle a menudo durante la pausa del mediodía. Pronto vino él a nuestra casa para hacer música y discutir conmigo, con la viva participación de mi mujer. Coincidíamos, en gran medida, en lo político. Pero no tocaré este punto.

La primera comunicación postal de mi colección es una tarjeta suya de domicilio a domicilio en la que se refiere a un artículo mío publicado en 1916 en la Revista de Física. Se trataba de una breve noticia sobre la Teoría General de la Relatividad. No escribiría hoy de modo muy distinto. Se ha hecho moda considerar accesorio el punto de partida relativista de Einstein de que la fuerza de un campo de gravitación en una caja es relativa a la aceleración de la caja y considerar lo cardinal las ecuaciones de la métrica. Prefiero aún a esta interpretación, defendida especialmente por mi amigo y colega ruso Fock, la exposición original de Einstein, tal como la reproduzco en el mencionado artículo de hace 50 años. La tarjeta postal de Einstein dice, sobre mi trabajo, que "lo leyó con la feliz emoción de quien se siente totalmente comprendido". Siguen unas muy amables palabras y creo que nuestra verdadera amistad empezó aquí.

Adviértase que ni entonces, ni más tarde, he colaborado en la Teoría General de la Relatividad. Estudié a fondo las grandes disertaciones de Einstein en el Boletín informativo de la Academia Berlinesa y me parecieron tan por encima de lo que yo me consideraba capaz que tomé la decisión de

no trabajar nunca en esta esfera teórica. Pero siempre fui partidario de sus ideas y las defendí cuando fueron atacadas.

En 1918 estaba Einstein veraneando en el balneario de Aarenschop con su segunda esposa. Desde allí me llegaron varias cartas suyas. De una de ellas (sin fecha) quisiera comunicar lo siguiente:

“Estoy leyendo aquí, entre otras cosas, los ‘Prolegómenos’ de Kant y empiezo a comprender el enorme efecto sugestivo que la obra de este tipo produjo y sigue produciendo. Si se le concede la existencia de los juicios sintéticos a priori, se está ya preso en sus redes. Lo a priori debo atenuarlo como demasiado convencional para no contradecir necesariamente, mas ni aún así se adapta a los detalles. De todos modos es muy bonito leerle, aunque no tanto como a su predecesor Hume, que tenía bastante más saludable instinto”...

Encuentro encantador llamar “este tipo” a uno de los grandes héroes de la filosofía alemana. Con observaciones de esta índole he aprendido la actitud exenta de respeto que ha de adoptarse frente a las ideas filosóficas si en la física teórica quiere hacerse algo. He intentado transmitir este hábito a mis discípulos, creo que no sin éxito.

De la misma carta es la siguiente observación sobre temas de física: “La teoría de los cuantos suscita en mí una sensación muy parecida a la que provoca en usted. Realmente habría que avergonzarse de los éxitos, ya que se obtienen sobre la base del principio jesuítico de que una mano no debe saber lo que hace la otra”. Esto caracteriza muy bien los malabarismos que entonces se hacían, antes de la mecánica cuántica, con los conceptos de la mecánica clásica y la teoría de los cuantos”. Viene después, en la misma carta, una reprimenda contra mi pesimismo político, provocado por las noticias de prensa sobre las negociaciones de paz de Versailles. Escribe Einstein: “¿Debe un bien templado determinista decir, arrasados los ojos, que ha perdido la fe en la humanidad? Cabalmente la conducta instintiva de las gentes de hoy en las cosas políticas es lo más adecuado para reavivar la fe en el determinismo...”

Aquí resuena su profesión de fe determinista por primera vez, no en relación con la física, ciertamente, donde le hubiera parecido desvarío la duda en la estricta causalidad, sino en relación con el comportamiento político de las gentes.

...Le considerábamos demasiado complaciente con periodistas entrometidos. Intenté salir al encuentro de las agresiones pseudocientíficas de que se le hacía objeto y ocasionalmente escribí algunos artículos en defensa suya. En una carta del 9 de diciembre de 1919 me dice: “Tu artículo de la Gaceta

de Francfort me ha producido gran alegría. Pero tú, lo mismo que yo, aunque con menos pertinacia, eres acosado y combatido por la prensa y demás ralea. Contra mí se hace con tal saña, que siento asfixia, y de trabajar razonablemente, no se hable". Me aconseja luego así, frente a las agresiones de determinado personaje: "No gastes tu temperamento: déjale fanfarronear y patinar. Su demostración de la causalidad a priori es verdaderamente sublime". Me hace, después, en la misma carta, un gracioso relato de su visita a Rostock con motivo de las festividades del jubileo de la Universidad —nunca tomó en serio estas cosas— y me informa también sobre una visita al filósofo Schlick, que fundaría en Viena la escuela del positivismo lógico que aún se mantiene viva, en Norteamérica especialmente. Aunque durante algún tiempo estuvo Einstein muy impresionado por la argumentación de esta teoría del conocimiento, la criticó más tarde.

El 27 de enero de 1920 me escribe lo siguiente sobre la teoría de los cuantos: "Que haya que resolver los cuantos por la renuncia al continuum, no lo creo" (debo haber propuesto algo por el estilo en alguna carta). "De parecido modo podía haberse pensado en resolver la teoría general de la relatividad por renuncia al sistema de coordenadas. En principio podría renunciarse al continuum. ¿Pero de qué modo podría describirse el movimiento relativo de los puntos  $\eta$  sin continuum?... Sigo creyendo que habrá que buscar semejante supradeterminación por recurso a ecuaciones diferenciales, de modo que las soluciones no tuvieran ya carácter de continuum. ¿Pero cómo??" (con dos signos de interrogación). En la misma y extensa carta, más adelante, hay una divertida observación sobre Spengler, cuyo libro "El Ocaso de Occidente" leía entonces todo el mundo. "Tampoco a mí me ha perdonado el tal Spengler. A veces admite uno con gusto, por la noche, que le sugiere algo... para reirse de la ocurrencia al día siguiente por la mañana. Está claro que toda la monomanía procede de una matemática de maestro de escuela rural. Euclides-Cartesius es su contraste y lo enreda en todo y lo elabora, pero, reconozcámoslo complacidos, con ingenio. Estas cosas son divertidas, y si mañana dice cualquiera lo contrario con el necesario ingenio será nuevamente divertido y lo que es verdad sépalo el diablo". Viene en seguida algo distinto, mucho más cerca del interés de nosotros, los físicos: "Eso de la causalidad me atormenta también mucho. ¿Será la absorción y emisión cuántica de la luz alguna vez aprehensible en el sentido de la total exigencia causal, o será un resto estadístico? Debo confesar que aquí me falta el valor de una convicción. Renuncio de muy, muy mala gana a la casualidad total y entera".

... En una carta del 18 de enero de 1922, dirigida ya a Göttingen, encuen-

tro el siguiente párrafo: "También yo me di un monumental resbalón hace algún tiempo (experimento de emisión lumínica con rayos canal). Pero hay que consolarse. De estos resbalones sólo la muerte puede salvarnos". Lo cito como estímulo para los jóvenes, a los que tantos resbalones esperan. La misma carta contiene una observación dirigida a Heisenberg y a mí mismo, animándonos a continuar en el cálculo de los términos del átomo del helio según las prescripciones de Bohr-Sommerfeld. Habíamos emprendido esta tarea con el propósito de obtener un caso evidente de la falla de la teoría atómica de Bohr. Por mucho que Einstein admirase esta teoría, creía tan poco como nosotros que fuese decisiva. Continúa Einstein: "Lo más interesante en estos momentos es el experimento de Stern y Gerlach". Quería llamarme la atención sobre estos trabajos. Se habían realizado los ensayos ante mis ojos en mi Instituto de Francfort.

El problema de la irradiación —cómo podría la teoría ondulatoria hacerse compatible con los cuantos— le preocupó siempre. En una carta del 24 de abril de 1924, me dice: "La opinión de Bohr sobre la irradiación me interesa mucho. Pero a una renuncia al rigor causal no quisiera verme arrastrado hasta que no nos hayan defendido contra él de manera completamente distinta. La idea de que un electrón expuesto a un rayo elige por libre decisión el instante y la dirección en que quiere saltar es para mí insostenible. Si así fuere, quisiera mejor ser zapatero o croupier que físico. Mis ensayos para dar forma aprehensible a los cuantos han fracasado, ciertamente, una y otra vez, pero no pierdo la esperanza, ni mucho menos".

Cuando apareció la Mecánica Cuántica de Heisenberg, Jordan y mía, escribió sobre ella a mi mujer en una carta del 7 de marzo de 1926 que había conmovido la mente y el pensamiento de cuantos se interesaban en los problemas teóricos. "La sorda resignación ha sido reemplazada por una tensión singularísima en nosotros, los obstinados". Mas pronto se le cortó el vuelo a mi alegría con este párrafo abrumador de su carta del 4 de diciembre de 1926: "La mecánica cuántica es muy digna de atención. Pero una voz interior me dice que no es ése el verdadero atajo. Es mucho lo que la teoría suministra, pero apenas nos acerca un poco más al misterio de los antiguos. En todo caso estoy convencido de que el juego no resulta".

Einstein se trasladó a Princeton y yo a Cambridge primero y después a Edimburgo. Nuestra comunicación epistolar no se interrumpió nunca, tratándose en nuestras cartas de los acontecimientos del instante y de problemas científicos y filosóficos. Le envié un opúsculo mío titulado "Experiment and Theory in Physics", en el que polemizaba contra las fantásticas teorías de los astrónomos Eddington y Milne, exaltando la primacía de la

experiencia frente a la especulación. Sobre el tema me escribió en septiembre de 1944 lo siguiente: "He leído con mucho interés tu disertación contra el hegelismo (contra las especulaciones, quiere decir), que en nosotros, los teóricos, constituye el elemento donquijotesco, casi diría el elemento de seducción. Ahora bien, donde falta concienzudamente este mal o vicio, el burgués sin remedio pasa a primer plano". En la misma carta figura luego un párrafo que reproduzco completo en mi libro "Natural Philosophy of Cause and Chance (Clarendon Press, Oxford; Dover Publications, New York) y que empieza así: "En nuestras perspectivas científicas hemos evolucionado hasta convertirnos en antípodas. Tú crees en el Dios que juega a los dados y yo en las leyes, en su integridad y plenitud, dentro de un mundo de algo que es objetivamente y que por la abrupta vía de la especulación procuro asir". Era la época en que Einstein trabajaba con supremo esfuerzo en una 'teoría unitaria de los campos', que comprendería en un sistema de ecuaciones los campos de la electricidad y de la gravitación, suministrando además cuantos y partículas elementales. Así como me dolía que él no le otorgara validez a la mecánica cuántica y procuraba refutarla siempre de nuevo, me entristecía que sus trabajos no fueran reconocidos como él esperaba. El físico polaco Leopold Infeld, que trabajó durante algún tiempo conmigo en Cambridge, trasladándose luego a Princeton, cerca de Einstein, nos ha informado recientemente sobre tal situación en un artículo autobiográfico (publicado en el "Bulletin of the Atomic Scientists", February 1965). Nos cuenta que más de una vez le dijo Einstein: "Aquí, en Princeton, me tienen por un viejo idiota". Se veía en él una reliquia histórica venerable. Y justamente en el instante en que, con sus colaboradores Infeld y Hoffmann inició y realizó una tarea científica de extraordinaria dificultad y trascendencia, y tan audaz, que al principio Infeld no quería creer lo que Einstein afirmaba. La Teoría General de la Relatividad descansaba entonces sobre dos pilares: a) el movimiento de puntos-masa está determinado por las líneas geodésicas del espacio-tiempo-mundo; b) la métrica de este mundo es suficiente para las ecuaciones de los campos. Pretendía Einstein que la primera presunción es superflua, que se sigue las ecuaciones de los campos al rebasar los límites en líneas de mundo cubiertas de masa, infinitamente delgadas. Los cálculos fueron por lo pronto de tal vastedad que sólo extractados pudieron publicarse, siendo depositado el imponente manuscrito en el Institute for Advanced Study de Princeton. Poco después el físico ruso W. Fock, que ya he mencionado, atacó el mismo problema, con sus discípulos, en forma algo distinta, incluyendo el trabajo en su conocida obra sobre la Relatividad. Después de

la muerte de Einstein su teoría ha sido expuesta, en forma muy perfeccionada, por Infeld y Plebansky en su espléndido libro "Motion and Relativity" (Pergamon Press, Oxford 1960). En las cartas de Einstein de aquella época sólo encuentro una indicación sobre el trascendental trabajo científico. En una carta sin fecha, probablemente de 1936, hay el siguiente PS: "Infeld es un tipo estupendo. Hemos hecho juntos algo muy hermoso. Un problema astronómico de observación manejando los cuerpos celestes como singularidades. El Instituto le ha tratado mal. Pero ya le ayudaré". Efectivamente, por recomendación de Einstein obtuvo Infeld una cátedra en la Universidad canadiense de Toronto, pero de nuevo le trataron allí mal por motivos de "guerra fría". Volvió a Polonia, su patria.

. . . Einstein no se dio por vencido. Cuando en 1953 renuncié a mi cátedra de Edimburgo por llegar al límite de edad, se me dedicó un libro homenaje que contiene numerosas e interesantes disertaciones, algunas de las cuales no proclamaban precisamente mi gloria al combatir la intervención estadística de la mecánica cuántica: una era de David Bohm, otra de Louis de Broglie. . . y la otra de Einstein.

Envié a Einstein el manuscrito de mi réplica. El cambio epistolar que provocó es un caos de incomprensiones y en algunas de sus cartas hay un tono de irritación. Pero no quisiera referirme aquí a esto. Finalmente intervino Wolfgang Pauli que estaba precisamente en Princeton e intentó hacernos ver a cada uno de los dos lo que el otro quería decir. Me reprochó, con razón, de ser un "mal oyente", coincidiendo, por lo demás, conmigo, y ayudándome a corregir mi texto hasta que aprobó cada palabra de su contenido. El trabajo se publicó en el libro homenaje de la Academia Danesa a Niels Bohr al cumplir éste los 70 años. Pero Einstein siguió aferrado a su opinión.

Se trata, efectivamente, de una diferencia fundamental en la consideración de la naturaleza.

Sobre la filosofía que sirve de fundamento a mi teoría he meditado durante años. Muy concisamente la expongo en mi contribución al homenaje a Heisenberg al cumplir éste los 60 años. Se orienta en el sentido de considerar que la predicción científica no se refiere directamente, en absoluto, a la "realidad", sino a nuestro conocimiento de la realidad. Quiere decirse que las llamadas "leyes de la naturaleza" nos permiten, sobre la base del conocimiento limitado, aproximado, del instante, obtener conclusiones sobre una futura situación, naturalmente también en forma sólo aproximada. Este modo de pensar contrasta rudamente con el de Einstein y no es milagro que viera en mí un apóstata. Y sin embargo, tengo el convencimiento ín-

timo de que lo hecho por mí es continuar fielmente por el camino que él mismo nos señaló en su gran época, mientras él se detuvo, se paró, en un lugar determinado. Este lugar está presidido por la idea de que el mundo exterior es fiel y exactamente descrito por la ciencia tal como es. Desde este punto de vista la actual teoría de la materia es efectivamente un caos de absurdos y Einstein tenía completa razón al rechazarla desde sus posiciones, o a considerarla, todo lo más como algo provisional y transitorio.

Estas estériles y algo áspera discusiones no ejercieron el menor influjo sobre nuestra amistad y nuestra mutua confianza. Recibí después varias y muy amables cartas tuyas, entre ellas una felicitación por el Premio Nobel de Física que me fue concedido el 24 de noviembre de 1954. Su última carta, fechada el 17 de enero de 1955 está escrita a máquina: sólo su firma es manuscrita.

Tengo plena conciencia de lo que significa haber sido su amigo.

## LAS RESERVAS NITRICAS DE CHILE Y SU FUTURO

### VII

Las razas y las especies se forman por  
la boca

por PEDRO ARROYO CONCHA

Hemos hecho ya referencia a que la historia nos da numerosos ejemplos y nos enseña cómo pueblos que en una época fueron poderosos perdieron, junto con su poderío material, sus valores humanos, tanto física como intelectualmente. Es indudable que esto coincidió siempre con la pérdida de la fertilidad de sus campos de cultivo.

Ya hay consenso en el sentido de que una alimentación equilibrada que entregue al hombre todo lo que necesita para formarse, será siempre la base de una raza fuerte y vigorosa, capaz de resistir las enfermedades y los contratiempos.

Las mismas deficiencias alimenticias que sufre nuestro pueblo, y el mismo tipo de enfermedades, se hacen notar en las clases de menores ingresos en todos los países subalimentados, con todas las trágicas consecuencias que esto significa para el desarrollo y el bienestar de una nación.

En uno de nuestros artículos anteriores hicimos referencia al fabuloso valle donde viven los Hounzas, que en estos momentos está muy de actualidad, por su ubicación en Cachemira, origen de las disputas existentes entre el Pakistán y la India. Sir Albert Howard sostiene que en ese valle, donde se ha mantenido la fer-

tilidad durante miles de años, a pesar de tantos siglos de cultivo, se halla la explicación viva de lo que afirmaremos. Allí se ha podido mantener el equilibrio mineral de los suelos gracias a que el valle es regado con aguas fuertemente mineralizadas que provienen de un glaciar que se encuentra a los pies de un volcán.

La difundida revista "La Hacienda", que se publica en Nueva York, ya en agosto de 1953, decía:

*"La relación de los suelos con la calidad de sus productos.*

*"El suelo es un sistema sumamente complejo y dinámico de minerales, compuestos orgánicos e inorgánicos, organismos vivos, aire y agua.*

*"La relación que existe entre el suelo y la producción alimenticia tiene gran importancia para todos los países del mundo. La influencia de la constitución del suelo, de los abonos y otros elementos nutritivos, en la calidad de las cosechas y en la salud de hombres y animales, ha sido el tema de grandes y repetidas discusiones. El suelo, la atmósfera, las plantas, los animales y el hombre, están entrelazados en un ciclo en el cual los elementos alimenticios se usan una y otra vez. Como los materiales circulan incesantemente en*