

# El Correo

PUBLICACION DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS

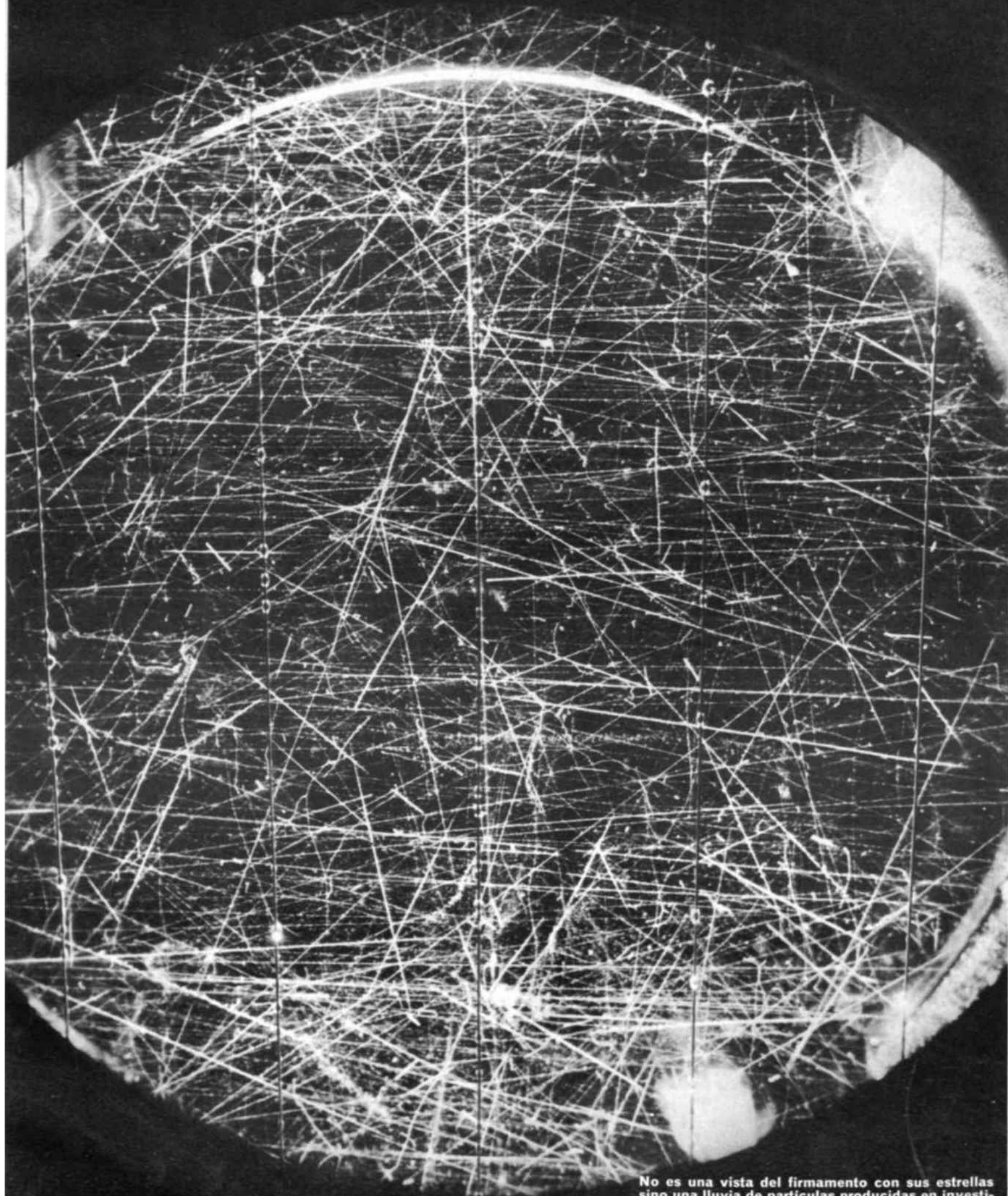


PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA

Precio : 50 francos — 0,20 de dólar — 1 chelín (G.-B.)

VOLUMEN VI — N° 12. — DICIEMBRE DE 1953

## UN MUNDO DENTRO DEL ATOMO



No es una vista del firmamento con sus estrellas sino una lluvia de partículas producidas en investigación nuclear mediante la utilización de una energía de mil millones de electrón voltios en un ciclotrón. (Cortesía del Laboratorio Nacional de Brookhaven, Upton, Nueva York.)

# NUEVO MUNDO DENTRO DEL ATOMO

**D**ESDE los primeros días de su presencia en el planeta Tierra, el hombre ha sido un explorador y ha ido extendiendo gradualmente los límites de su mundo. Durante siglos, la superficie terrestre fué el escenario de su aventura, mientras la ciencia geográfica trazaba los mapas de las regiones conquistadas, preparándolas para su utilización ulterior. En nuestra época, en que la faz del planeta nos es totalmente conocida, los exploradores se dirigen a las profundidades del mar y a las alturas estratosféricas. El primer avión se elevó del suelo en 1905, y hacia 1950 los aviones de reacción a chorro se habían remontado a 400 kilómetros, o sea recorrían hacia arriba la distancia que hay entre Londres y París. Hoy, los jóvenes anhelan viajar a los planetas vecinos. Mientras tanto, los grandes telescopios han convertido en realidades corpóreas las estrellas titilantes, y, más allá de su luminosa multitud, se ha comenzado a hacer la cuenta y trazar el mapa de las distantes miríadas de astros. Nuestra imaginación explora más allá del cielo azul con el mismo fervor con que buscaba, en tiempos antiguos, desconocidas tierras más allá del mar.

Todo esto es bien sabido; pero pocas personas se hallan enteradas de que la exploración ha ido muy lejos también en una dirección opuesta: hacia el interior mismo de la materia. Esta aventura es difícilmente visible porque los materiales que nos rodean—madera, piedra, metal—tienen una sólida apariencia. Sin embargo, dentro de estos y otros materiales hay moléculas y dentro de éstas, átomos, y dentro de los átomos otras partículas más pequeñas aún: el protón, el electrón y más corpúsculos. El mundo de lo microscópico parece infinito, y la investigación explora sin descanso dentro de lo más pequeño como lo hace dentro del gran universo.

★

El microcosmos es el escenario de las aventuras de nuestro tiempo, y esa exploración es tan emocionante como una expedición a las tierras desconocidas o al espacio cósmico y tiene análoga o mayor importancia para la vida futura del hombre. Es ya tiempo de que los habitantes de nuestro planeta comprendan esta realidad y conozcan de cerca los hechos. Este es un mundo extraño, donde la materia sólida resulta hallarse casi vacía, donde las partículas se mueven a una velocidad increíble, pueden desaparecer para transformarse en energía, donde la energía misma se halla compuesta de partículas y donde el tiempo se mide en milonésimos de segundo. Cuando se aceptan estos nuevos conceptos y se aprenden algunas nuevas palabras todo resulta claro y comprensible. Nada es complicado en esta esfera de conocimientos, salvo naturalmente si se tiene la curiosidad de dominar por completo los secretos del átomo, ya que entonces serán esenciales los estudios de altas matemáticas.

Hay una razón muy importante para que sea mejor conocido el mundo que existe dentro del átomo: la ignorancia popular le ha dado un significado erróneo a la energía atómica. Para la gran mayoría, los experimentos atómicos están vinculados a espantosas explosiones y armas horribles que pueden hacer desaparecer en un instante la civilización. Fué un verdadero infortunio que esta nueva ciencia diera su primer fruto en 1939, es decir, cabalmente cuando comenzaba la segunda guerra mundial, lo que hizo que se la utilizara con fines militares. La ciencia del átomo era completamente desconocida para el gran público cuando hizo explosión la primera bomba atómica, y por este motivo su llamarada destructora produjo en la humanidad una impresión imborrable. No obstante, este uso militar — o mal uso — de los nuevos conocimientos, es únicamente un aspecto especial, forzosamente desarrollado por la guerra. Tratar de ignorar la ciencia del átomo con todas sus posibilidades para el bien de la humanidad sería como renunciar a la ciencia aeronáutica y a la utilización pacífica de la aviación solamente por el hecho de que, durante la guerra, se em-

pleó el avión como instrumento de bombardeo implacable. En la actualidad, ya casi no existe una actitud de miedo y horror ante el avión.

Hay un mundo todavía inexplorado de beneficios en la utilización de los rayos atómicos en la medicina, la industria y la agricultura. Cada día, mediante la ciencia atómica, se obtienen nuevos descubrimientos sobre la naturaleza de la materia y la estructura del universo. Asistimos al comienzo de nuevas ciencias y vemos ya augurios de una vida mejor en los años venideros para nuestros hijos, aunque no sea para nosotros mismos. En nuestro tiempo, adquirir conocimientos sobre las partículas que existen en el átomo es tan importante como fué hace siglos aprender todo lo referente al misterioso Nuevo Mundo o al descubrimiento que hizo Pasteur de los gérmenes de la enfermedad o, hace cincuenta años, al invento del avión. Las fronteras del conocimiento humano se hallan ahora dentro del átomo.

El propósito de esta serie de artículos es llevar la revelación de este Nuevo Mundo del átomo a las escuelas y dar una respuesta a las preguntas que los niños hacen sin cesar a sus padres y a sus maestros. Aquí se relata la historia del llamamiento que hizo la Unesco a los expertos en ciencia atómica en varias naciones europeas para que cooperaran en las investigaciones acerca de la estructura del átomo y las partículas de alta energía, teniendo en cuenta que esta labor sería muy costosa para cualquier nación que se propusiera llevarla a cabo por sus solos y propios medios.

Los estudiosos y expertos de Europa pueden disponer inmediatamente de las mejores facilidades, ya que doce naciones se han reunido últimamente para constituir el Consejo Europeo de Investigaciones Nucleares, dotado de un gran laboratorio moderno y situado en Ginebra, ciudad de trabajo y de paz. Así, esta es la historia de la cooperación internacional en la esfera de las exploraciones más allá de los límites actuales del conocimiento humano. Esta historia contribuirá a hacer los nuevos términos — como rayos cósmicos, protones y mesones — familiares al oído de todos los hombres y comunes al lenguaje de todas las naciones. Su propósito es incorporar a la cultura el Nuevo Mundo del átomo.

★

**E**N estos artículos no se mencionan bombas, plutonio o pilas y reactores atómicos. Esas son únicamente aplicaciones militares de esta nueva ciencia y representan sólo una pequeña aplicación especializada de estos conocimientos, secretos en su mayor parte, y acaso temporales. En esa clase de utilización los átomos se destruyen y su materia se convierte violentamente en energía explosiva. Este es un tema muy distinto al de los rayos cósmicos que llegan a la tierra desde el espacio exterior, de la utilización maravillosa del radio para curar una enfermedad, y del nuevo concepto inspirador del átomo como un universo en sí mismo, complejo como una miríada de estrellas, colmado de irradiaciones desconocidas, vivo y activo, de partículas dentro de partículas y de formas infinitas envueltas en el misterio. La destrucción explosiva para fines militares es un mal uso, nacido de la incapacidad del hombre para resolver los asuntos sociales e internacionales.

Los hechos y los principios científicos expuestos en estas páginas no son únicamente patrimonio de la humanidad y resultado de la investigación en muchas naciones, sino que también constituyen un ensanchamiento del universo intelectual del hombre. Así como los antiguos y grandes exploradores hicieron el mapa de la tierra y los astrónomos trazaron el mapa del cielo, los poseedores de la ciencia atómica, al penetrar dentro de la materia y la energía, han descubierto un mundo desconocido que es una revelación para los filósofos y una fuente de recursos inagotables para las generaciones futuras.



REDACCION Y ADMINISTRACION :  
CASA DE LA UNESCO  
19, Av. Kléber, Paris-16°

Director, Jefe de Redacción : S. M. Koffler  
Editor Español : Dr J. de Benito  
Editor Francés : Alexandre Leventis  
Editor Inglés : R. Fenton

★

Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no forzosamente la de la Unesco o los redactores de « El Correo ».

★

Imp. GEORGES LANG, 11, rue Curial, Paris

MC. 53. 1. 77 S.

SUSCRIBASE AL CORREO DE LA UNES-  
CO. Un año : 500 frs., 2 dólares, 10 chelines 6

peniques o su equivalente, dirigiéndose a la Organización o a los siguientes agentes de venta :

Argentina : Editorial Sudamericana, S.A., Alsina 500, Buenos Aires.

Bolivia : Librería Selecciones, Av. 16 de Julio 216, Casilla 972, La Paz.

Brasil : Livraria Agir Editora, Rua México 98-B, Caixa postal 3291, Rio de Janeiro.

Chile : Librería Lope de Vega, Moneda 924, Santiago de Chile.

Colombia : Emilio Royo Martín, Carrera 9a. 1791, Bogotá.

Costa Rica : Trejos Hermanos, Apartado 1313, San José.

Cuba : Centro Regional de la Unesco para el Hemisferio Occidental, Calle 5, No. 306, Vedado, La Habana.

Ecuador : Casa de la Cultura Ecuatoriana, av. 6 de Diciembre 332, Casilla 67, Quito.

España : Aguilar, S.A. de Ediciones, Juan Bravo 38, Madrid.

Estados Unidos : Columbia University Press, 2960 Broadway, Nueva York 27, N.Y.

Filipinas : Philippine Education Co. Inc., 1104 Castillejos, Quiapo, Manila.

Francia : Servicio de Publicaciones de la Unesco, 19, avenue Kléber, Paris 16°.

Gran Bretaña : H. M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres, S.E.1.

Italia : G.C. Sansoni, via Gino Capponi 26, Casella Postale 552, Firenze.

México : Difusora de las publicaciones de la Unesco, 127, avenida Ejido, Esc. 401, México D.F.

Panamá : Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panama, R.P.

Perú : Librería Internacional del Perú, S.A., Apartado 1417, Lima.

Portugal : Publicações Europa-América, Ltda., 4 Rua da Barroca, Lisboa.

Puerto Rico : Panamerican Book Co., San Juan 12.

Suiza : Europa Verlag, 5 Rämistrasse, Zurich (cantones de lengua alemana). Librairie de l'Université, Case postale 72, Friburgo (cantones de lengua francesa).

Surinam : Radhakishun & Co. Ltd, Book Dept., Watermolenstraat 36, Paramaribo.

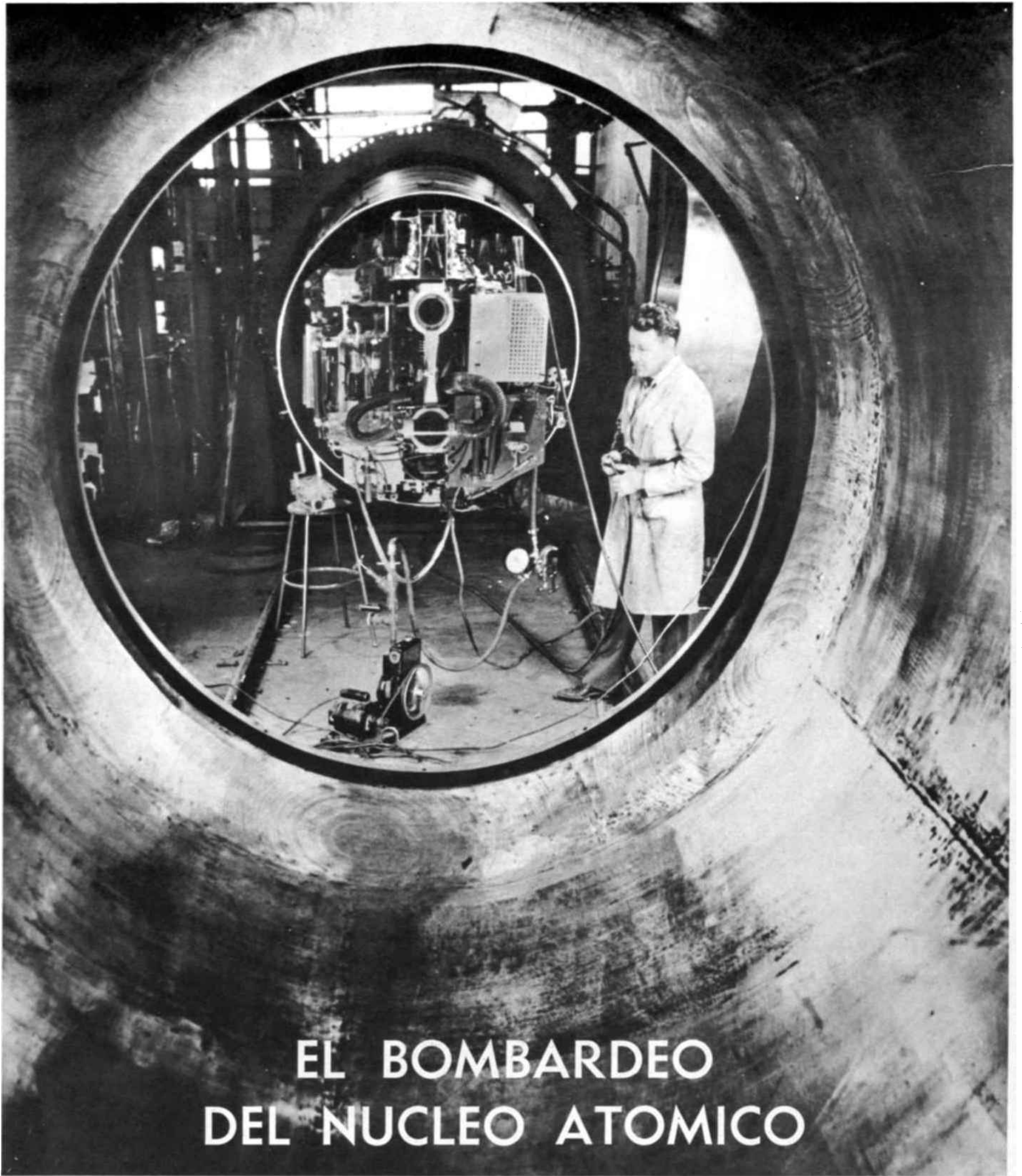
Tánger : Centre International, 20, rue Molière.

Uruguay : Centro de Cooperación Científica para la América Latina, Unesco, Bulevar Artigas 1320, Montevideo.

Venezuela : Librería Villegas Venezolana, Madricer a Marrón 35, Pasaje Urdaneta, local B., Caracas.

★

Salvo mención especial, los artículos publicados en este número pueden ser reproducidos sin autorización, siempre y cuando se mencione su origen : " El Correo de la Unesco "



## EL BOMBARDEO DEL NUCLEO ATOMICO

Los elementos radioactivos, como el radio, emiten partículas extremadamente veloces —electrones y protones—, pero en cantidades reducidas. Para la exploración de la estructura del núcleo atómico es necesaria una corriente poderosa de proyectiles nucleares o electrónicos de muy alta energía. He aquí un generador Van de Graaf de esas partículas, separadas de la cápsula en la cual se las carga de alta velocidad, convirtiéndolas en proyectiles para el bombardeo de los átomos.

**G**RAN parte de la actividad humana está dedicada a disgregar objetos producidos por la Naturaleza y a reintegrar los materiales así obtenidos. Inmensos bosques desaparecen bajo el hacha de los leñadores y reviven en forma de periódicos y de medias de seda artificial; los depósitos de mineral de hierro se combinan con las plantaciones de caucho y los pozos petrolíferos, para producir los embotellamientos del tráfico a mediodía; los bloques de piedra reaparecen en la estructura de los edificios. El hombre aprende pronto que el proceso de disgregación va aumentando en dificultad a medida que disminuye el tamaño del objeto.

Desde los primeros tiempos, fué posible distinguir dos planos completamente diferentes en que podrían realizarse las operaciones de separación y de reconstrucción: en el plano más próximo, los objetos, desde las pirámides a las partículas de polvo, ofrecen dimensiones accesibles al hombre. En ese caso, los procesos son mecánicos y las herramientas son las manos humanas con sus múltiples utensilios, desde el

por **L. Kowarski**

Director del Grupo de Laboratorio  
(Consejo Europeo de Investigación nuclear)

pedernal aguzado hasta el taladro del relojero. La energía que puede consumirse al manejar una libra de materia está todavía a la medida de la fuerza humana.

Las operaciones que hoy llamamos « químicas », pero que son tan antiguas como la invención del fuego y de la agricultura, se efectúan en un plano diferente. En la actualidad sabemos que todo proceso químico consiste en separar y en reagrupar objetos materiales tan pequeños que la partícula menos visible o la porción de materia más minúscula contienen billones de billones de ellos. Para separar unos de otros esos objetos —que llamamos átomos y moléculas— necesitamos desplegar una energía considerablemente mayor que en el plano precedente y, cuando deseamos que se establezcan en una nueva disposición, pueden recobrase análogas cantidades de energía. Para extraer

un kilo de carbón de un filón carbonífero (operación mecánica), el esfuerzo requerido llega a una pequeña cifra si se la expresa en las unidades usuales de medida como el kilogramo; pero el hecho de quemar ese mismo kilo (operación química) produce 3 millones de kilogramos.

El dominio humano de las fuerzas químicas —como por ejemplo en la técnica de los combustibles, explosivos o materiales sintéticos— ha llegado a ser bastante completo durante los dos siglos últimos; pero al perfeccionar el arte de separar y combinar de nuevo los átomos, se tuvo el primer indicio (hace unos 60 años) de que los átomos contenían en sí mismos unidades estructurales aún más pequeñas. Esta comprobación equivalía a un nuevo problema: cómo aislar el átomo, y a una nueva perspectiva: la de un inmenso y nuevo depósito de energía, que podría obtenerse en la nueva fase de reajuste.

En primer lugar vino la desagregación. Para  
(Pasa a la pág. siguiente.)

# REAJUSTE DE PARTICULAS INFIMAS DE LA MATERIA

(Viene de la pag. 3)

concentrar suficiente energía en el volumen de un sencillo átomo no existe instrumento humano apropiado; el único medio imaginable es el efecto de proyectiles sumamente pequeños moviéndose a gran velocidad. Cuando un átomo altamente acelerado entra en colisión con otro el efecto es el de un martillazo y, según su impulso, el yunque puede ser despedazado. La primera operación de esta clase se efectuó en 1919; los instrumentos atómicos no habían sido todavía fabricados por el hombre, y se aprovechó el hecho de que algunas sustancias que se hallan en la naturaleza, las denominadas radioactivas, tienen la propiedad de expeler corrientes de átomos de movimiento muy rápido. En 1932, esta propulsión natural fué reemplazada por aparatos fabricados por el hombre, en los que fué posible someter átomos de hidrógeno, helio, etc. a fuerzas eléctricas y magnéticas muy potentes. Con ayuda de esas máquinas —ciclotrones, generadores de Van de Graaf y otras— pudieron hacerse rápidas y eficaces investigaciones sobre las fuerzas subatómicas o « nucleares ».

Pronto se comprobó que todos los átomos estaban constituidos por dos principales tipos de bloques —protones y neutrones— y que las fuerzas que la combinación de esos bloques puede desarrollar son enormes. En realidad, además de las fases mecánica y química de la intervención humana, se descubrió una tercera que entraña energías millones de veces mayores que las encontradas en la fase química.

Esas energías se mencionan a menudo con relación a una unidad especial, el electrón-voltio (abreviado eV), que requiere algunas palabras de explicación. Un químico desea conocer la cantidad de energía desarrollada por un solo átomo en procesos químicos como la ignición. Esas cantidades son muy pequeñas y para describirlas necesita una unidad muy pequeña; en la combustión del carbón, un átomo aporta unos 4 eV.

★

PARA que sean eficaces los procesos nucleares, un solo átomo ha de desarrollar algunos millones de eV (abreviado MeV). Las fuerzas que, en el plano humano habitual, se distribuyen entre millones de átomos, han de concentrarse en uno solo para permitirle (desde el punto de vista nuclear) dar en el blanco.

Durante los diez primeros años de sus estudios sobre esta fase, el físico nuclear podía únicamente lanzar corrientes de balas atómicas sobre sus blancos y observar las colisiones, más bien escasas, efectuadas en tales condiciones. Este método recordaba algo el famoso cuento de las bolas contra la polilla que sólo tenían plena eficacia cuando se arrojaban con tanta destreza que herían a esos insectos en pleno vuelo. Era enorme la desproporción entre los potentes aparatos utilizados en las investigaciones nucleares y el insignificante peso conjunto de todos los átomos del blanco que recibía certeros proyectiles; pero incluso el número escaso de impactos registrados constituía una considerable información acerca de las fuerzas nucleares en presencia.

La situación cambió durante la guerra, cuando se encontró una forma de producir en el uranio un nuevo género de reacción capaz de ser transmitida a los átomos vecinos del mismo elemento. Era como si se hubieran inventado unas bolas contra la polilla, capaces de infectarla con una enfermedad rápidamente contagiosa.

Para el especialista en física nuclear, este terrible subproducto de su inventiva no era sino un breve dato consignado en el diario de navegación de su viaje a través de lo desconocido. Un nuevo objetivo y una nueva fase de minuciosidad comenzó a centellear ante sus ojos: los mismos protones y neutrones daban signos de estar dispuestos a la desagregación. Un enjambre de polillas más pequeñas comenzó a acosar la imaginación del investigador nuclear y espoleó su antojo de conseguir medios más rápidos y mortíferos.

En 1945 se había hallado el procedimiento para acelerar los medios atómicos —que aún eran los mismos átomos gaseosos, preferentemente de hidrógeno— hasta cientos (y en 1952, hasta miles) de MeV, alcanzando así planos muy superiores a los que pocos años antes condujeron al descubrimiento de la propiedad peculiar del uranio. Hoy, la fisión del uranio, las pilas pacíficas y las pilas de almacenamiento, no tan pacíficas son un capítulo que ofrece escaso interés profesional para el investigador nuclear y que éste se inclina a dejar en manos de sus colegas químicos, metalúrgicos e ingenieros. El interés principal de la investigación nuclear radica ahora en concentraciones de energía aún más elevadas y en volúmenes aún más pequeños; y así una vez más, sus aplicaciones inmediatas, mortíferas o de otra clase, son, afortunadamente, poco prácticas.

No puede decirse que en esta fase « metatómica » — más allá del átomo — cada fenómeno sea una novedad. En los últimos cuarenta años se sabía que un agente misterioso, en apariencia procedente del espacio exterior, influía en los sensibles instrumentos de medida utilizados por los especialistas en física nuclear. Se ha comprobado que en esos « rayos cósmicos » hay energía concentrada, a veces comparable a la obtenida mediante las máquinas radioactivas o propulsoras, fabricadas por el hombre, y a veces por medios más potentes que los de creación humana. Durante una generación, no pudo producirse en el laboratorio ningún fenómeno que desarrollara más que unos pocos MeV; los observadores tenían que escalar montañas o subir en globo para recoger una escasa cosecha de manifestaciones de rayos cósmicos. En la actualidad, se puede experimentar con millares de MeV; y mañana la frontera de los fenómenos provocados por el hombre será empujada más adelante y de modo más profundo en el dominio de los efectos inducidos por los rayos cósmicos.

En esta ambiciosa, aunque desinteresada tarea, nuestros colegas norteamericanos contaban hasta ahora con la ventaja de poder disponer de las mayores y más modernas máquinas nucleares. Con la creación del Consejo Europeo de Física Nuclear y con sus planes de construir, en los próximos años, dos poderosas fuentes de átomos altamente acelerados, los hombres de ciencia europeos esperan poder recobrar pronto su lugar en el frente avanzado del saber.

Sa harán nuevos descubrimientos, algunos de los cuales podrán conducir a aplicaciones, tan diferentes de lo que llaman ahora « tecnología atómica » como ésta difiere de la química. El saber da sus frutos, y el hombre de ciencia, en su búsqueda, aprende a bombardear el núcleo atómico con tiro cada vez más certero y eficaz.

## ADELANTADOS DEL MUNDO INVISIBLE



**WILHELM K. RÖNTGEN**  
(Alemania)

Padre de la investigación acerca de los rayos invisibles y penetrantes. Descubrió los rayos X en 1895, abriendo el camino al hallazgo y utilización de la radioactividad.



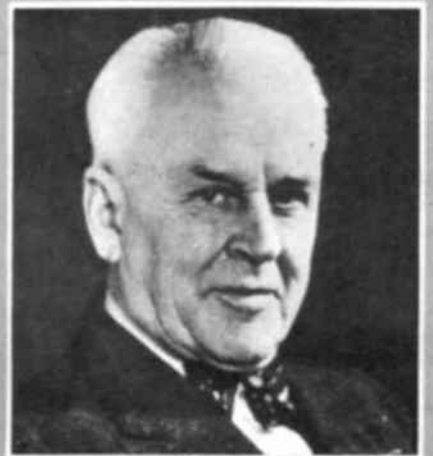
**HENRI BECQUEREL**  
(Francia)

Sus experimentos con el uranio condujeron al descubrimiento de la radioactividad en 1896, destruyendo así la idea de la independencia y permanencia de los elementos.



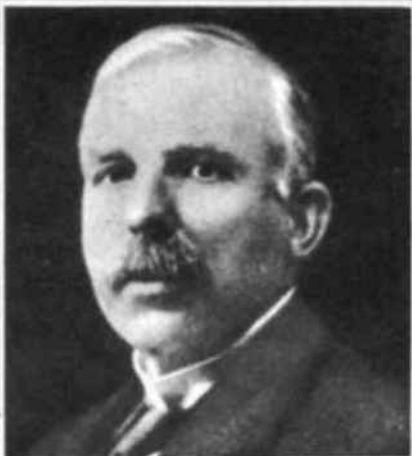
**PIERRE Y MARIE CURIE**  
(Francia)

Su descubrimiento del radium en 1898 fué la primera revelación de lo que llamamos ahora la energía atómica y, al mismo tiempo, la prueba de que hay un mundo en el interior del átomo.



**ROBERT A. MILLIKAN**  
(Estados Unidos de América)

Fuó el primer hombre de ciencia que midió el tamaño y carga de un electrón en 1909. Así probó, en el laboratorio, que una corriente eléctrica es un torrente de electrones.



**SIR ERNEST RUTHERFORD**  
(Nueva Zelandia)

Demostró que las transformaciones atómicas podían ser hechas por el hombre. En 1919, realizó el sueño de los alquimistas al transformar los átomos de nitrógeno en oxígeno.



**ERNEST O. LAWRENCE**  
(Estados Unidos de América)

Diseñó y construyó el primer ciclotrón para acelerar las partículas nucleares y hacer estallar el átomo. Los ciclotrones han ido aumentando progresivamente su potencia.



**NIELS BOHR**  
(Dinamarca)

Uno de los más grandes teóricos nucleares de nuestros días. Es autor de la primera teoría aceptada acerca de la estructura atómica como fundamento de los fenómenos químicos y espectroscópicos.



**ENRICO FERMI**  
(Italia)

Es el primer investigador nuclear que utilizó los neutrones para hacer estallar el núcleo atómico. Los neutrones se consideraron como el instrumento más poderoso y penetrante para desmenuzar el átomo.

# EN BUSCA DE LOS SECRETOS DE LA MATERIA

## 1 ALFA, BETA, GAMMA, ABC DE LA FISICA NUCLEAR

La gran sorpresa que aguarda a quien estudia el universo es que este se halla compuesto enteramente de partículas separadas o distintas. Si pudiéramos situarnos totalmente alejados de él, todo el gran universo nos parecería un pequeño núcleo luminoso o una bocanada de humo con estrellas y galaxias en lugar de las gotitas de agua de la niebla. Las estrellas, como la tierra y el sol, están compuestas de pequeñísimas partículas llamadas moléculas. La roca sólida y el metal, los océanos y nuestra atmósfera circundante, no tienen la continuidad con que aparecen ante nuestra vista, sino que están constituidas por moléculas individuales. En los elementos sólidos, su contacto mutuo es firme; en los líquidos su unión es tan aleatoria que se desliza o flota; en los elementos gaseosos, las partículas están completamente sueltas, con amplio espacio entre sí. La temperatura disminuye su atracción mutua, y así el hielo al calentarse se funde en agua líquida, y luego hierve en vapor con las moléculas ampliamente separadas unas de otras. Esto se sabía ya hace ya muchos siglos, y sólo es nuevo para el que se asoma por vez primera a la ciencia de la física.

Las moléculas son idénticas en cada uno de los muchos millares de sustancias diferentes de que la tierra se compone: sal y azúcar, hierro y sulfuro, celulosa y proteína, arena y piedra caliza. Son esenciales en el sentido de que no pueden escindirse mecánicamente en partículas más pequeñas. Pero el químico puede lograrlo poniendo en contacto sustancias diferentes, en cuyo caso las reacciones consiguientes dan origen a nuevos materiales. Y así, calentando el aceite o la celulosa en el aire, se produce la combustión y se forma el agua o el dióxido carbónico. Esta y otras experiencias, demuestran que en las moléculas del aceite y de la celulosa hay hidrógeno y carbono, que combinados con el oxígeno del aire, producen óxidos, porque el agua es en realidad óxido de hidrógeno. Tales reacciones, y miradas más complejas, han demostrado que las moléculas se componen de partículas menores todavía: los átomos de los elementos químicos.

Existen 92 elementos diferentes y por lo tanto 92 tipos de átomos distintos que en diversas combinaciones forman la interminable variedad de moléculas, y por la misma razón, los innumerables y diversos materiales que componen la tierra y el universo, incluso los que constituyen los cuerpos del hombre y de los animales. Y así como los físicos estudian las moléculas y sus mudanzas, los químicos analizan los átomos y sus combinaciones mutuas en la formación de moléculas.

Durante un siglo, después de haberse aceptado por los hombres de ciencia la existencia de los átomos, éstos eran considerados como materiales de construcción de toda la materia. Nadie sospechaba que tuvieran un interior. Y en la filosofía del siglo XIX hubiera sido casi increíble semejante idea. Pero en los últimos años de esa centuria llegó la revelación. En 1896, Henri Becquerel comprueba en París casi por azar, que el uranio vela en la oscuridad una placa fotográfica, aunque se la recubre con papel negro. Gracias a ella, Pedro y Marie Curie descubren un nuevo elemento, el radio, que opera en igual forma aunque con mucha mayor potencia, y que no sólo luce en la oscuridad, sino que se mantiene con varios grados más de calor que la circunstancia de manera automática y permanente. Fué el descubrimiento más sensacional de la época moderna. Ello suponía no sólo la primera revelación de lo que llamamos hoy energía atómica, sino además la primera sospecha de que el átomo tenía una vida interior inexplorada. Señalaba el camino del nuevo mundo atómico que ha originado sorpresas constantes en la ciencia del siglo XX.

Cinco años más tarde se comprendió que los átomos de radio son inestables. Explotan uno tras otro, y al explotar, originan tres tipos distintos de radiaciones llamadas alfa, beta y gamma, como las tres primeras letras del alfabeto griego. Estas radiaciones a su vez, producen calor y luz. Los átomos de radio son todos idénticos, pero cada segundo, una pequeñísima proporción de ellos se escinde repentinamente, proyectando al exterior partículas de materia (las radiaciones alfa), que resultaron ser los átomos de helio. Pero el radio emite asimismo electricidad (los rayos beta), y vibraciones atómicas (las radiaciones gamma), que son más penetrantes todavía que los rayos X. No se conoce el procedimiento para aumentar o disminuir la fracción que se desintegra en segundos o en años. Cualquiera cantidad de radio a nuestro alcance, se desintegra en una proporción fija, tanto que podría constituir un reloj natural perfecto, porque cada 1.600 años la mitad de los átomos desaparece, y se conserva la otra mitad. Así pues, la producción de radio se reduce a la mitad cada 1.600 años.

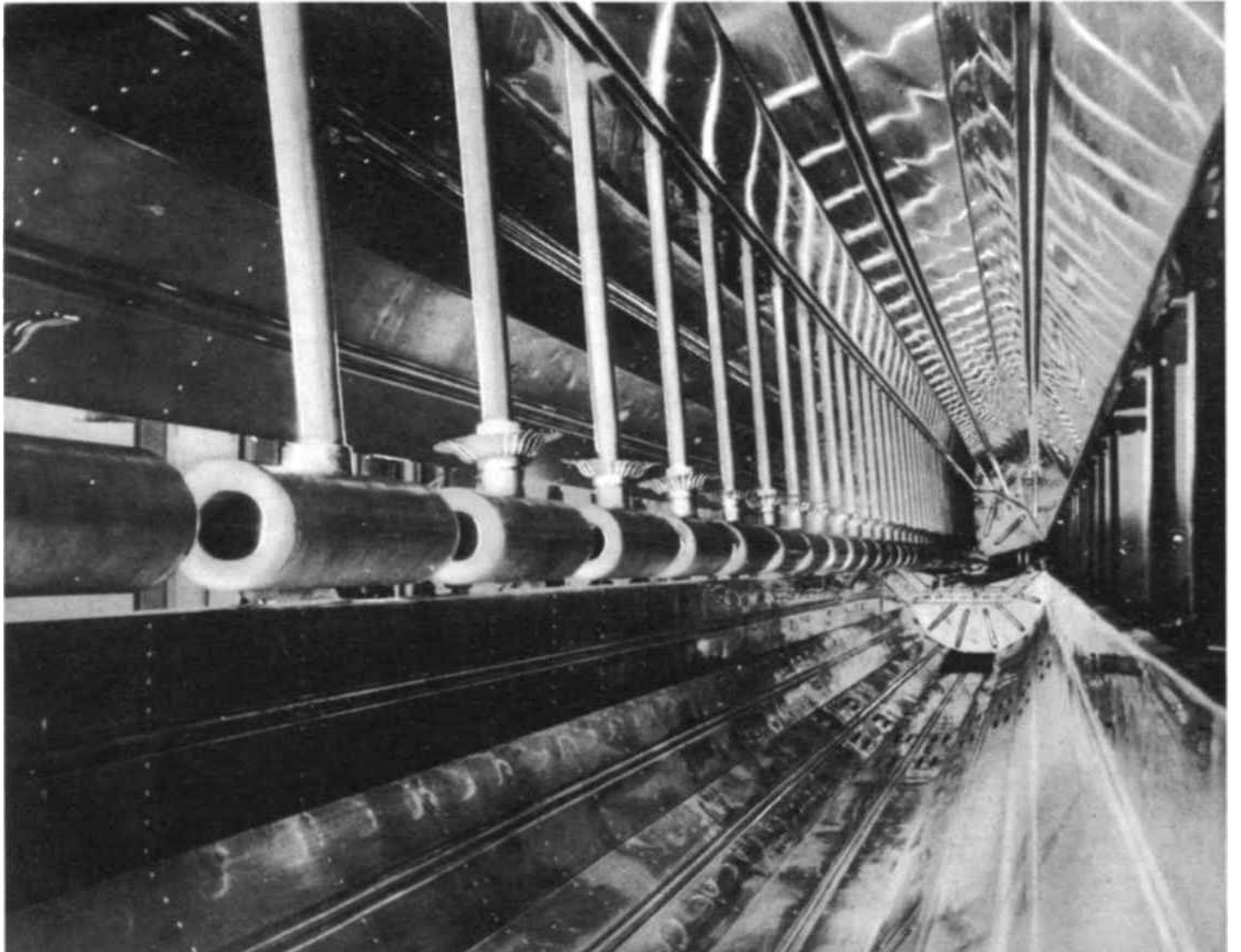
Posteriormente, se descubrieron nuevos elementos radioac-

tivos, cada uno de ellos con esa característica vida-media. Unos se miden por miles de millones de años, otros por millonésimas de segundo; unos por horas, otros por unos pocos años. Nadie sabe por qué unos átomos de radio están destinados a explotar, mientras otros, al parecer idénticos, seguirán viviendo durante siglos.

El estudio de la radioactividad natural, preparó el camino para descubrir la radioactividad artificial, o sea, los métodos para obligar a los átomos a desintegrarse y abandonar su energía. Cincuenta años duró ese estudio. Durante las investigaciones se aprendió mucho acerca de las partículas esenciales que constituyen la materia y la energía asociada a esas partículas. El proceso termina hoy con los gigantes ciclotrones que crean dichas partículas. Pero para narrar lo ocurrido es necesario abordar otros aspectos del problema, especialmente la naturaleza de la electricidad y de las vibraciones luminosas, que constituyen la última evolución del problema.

En 1895, exactamente un año antes de que Becquerel descubriera en París la radioactividad, el Profesor de la Universidad de Munich, Roentgen, había descubierto en Alemania que cuando una corriente de electricidad pasa a través de un tubo

materia que produce la atracción o repulsión de otras partículas cargadas. En su experimento final, utilizó una gotita microscópica de aceite que se deslizó por sí misma a través del aire de su vasija experimental. Después, la electrificó lo menos posible, y la tuvo suspendida sin que cayera, oponiéndole una energía eléctrica. Ello constituyó una sencilla demostración de que la electricidad no es «un fluido continuo», sino que está compuesta de pequeñísimas partículas todas similares (los electrones). Así como la materia está compuesta de átomos, la electricidad se compone de electrones. Se demostró que eran verdaderas partículas, al calibrar la cantidad de energía necesaria para desviar su paso, cuando una corriente pasa a gran velocidad a través de un tubo vacío. El conjunto se mantuvo uniforme, y fué igual a la mitad aproximadamente de una milésima, de la masa del más ligero átomo conocido: el del hidrógeno. Fué la primera partícula que se descubrió más pequeña y ligera que el átomo. Es en verdad, increíblemente pequeña porque la corriente eléctrica que pasa a través de una lámpara de luz eléctrica de 100 vatios, en un simple segundo, está compuesta de 10 trillones de electrones: ¡el número 10 seguido de 18 ceros!



El método más sencillo para acelerar las partículas electrónicas o nucleares es hacerlas pasar a través de sucesivas placas electrostáticas cargadas. Cada una de éstas añade muchos centenares de voltios a la energía y a la velocidad de la partícula. La fotografía muestra el interior de dicho "acelerador lineal", en el Laboratorio de Radiación de la Universidad de California. La trayectoria de las partículas se desenvuelve a través de la serie de tubos, que se ve en el lado izquierdo.

que ha sido totalmente evacuado, uno de los terminales eléctricos engendra radiaciones que se producen en líneas rectas como una luz brillante, pero totalmente invisibles. A diferencia de la luz, estas radiaciones penetran no sólo a través del papel negro, sino también a través de cualquier objeto sólido. Ello era tan misterioso que se les llamó rayos X, para acentuar sus características desconocidas. Paulatinamente, se demostró que eran exactamente del mismo tipo de ondas etéreas que la luz, pero de mucha menor longitud de onda. Las ondas de la luz visible son aproximadamente de 0,4 milésimas de milímetro de longitud; las radiaciones gamma del radio, de igual tipo, sólo miden 0,01 millonésimas de milímetro. Es la cortedad de sus ondas lo que les permite penetrar a través de objetos sólidos; algo así como el rizo de las olas que entran en el puerto, pasa a través de filas de pilones o de estacos que detienen a las olas mayores. Su uso en medicina es bien conocido ahora, y se funda en que circula con mayor facilidad a través de los tejidos blandos que de los huesos duros, y así, a su paso, deja sombras de los huesos y otros elementos sólidos. Pero el origen de los rayos X y de su formación en el tubo de descarga eléctrica, no se comprendió durante muchos años. Su explicación requería un conocimiento de la naturaleza de la electricidad, que no existía a comienzos de siglo. Hacía algún tiempo que se utilizaba la electricidad. Motores, baterías, luz eléctrica y teléfonos, eran de uso corriente. Se conocía perfectamente la actuación de la electricidad, pero su esencia era un misterio.

El Profesor R. A. Millikan de la Universidad de Chicago en los E. E. U. U., resolvió el problema en 1909. Indagó las posibilidades eléctricas de la mínima cantidad de electricidad. Utilizó para ello, no la corriente eléctrica habitual, sino en su forma estática, la descarga sobre un pequeña partícula de

Esta revelación, diez años después del descubrimiento del radio, abría otra ventana hacia el nuevo mundo de las cosas extremadamente pequeñas. Pero en todas partes se aceptó como una explicación perfecta de todos los fenómenos eléctricos. Estos delicados electrones, son mucho más pequeños que los átomos y pueden pasar fácilmente por y a través de un cable por ejemplo, y formar así una corriente. Una batería cualquiera, transporta electrones a un polo de la batería, llamado negativo, y la dinamo es una máquina que hace lo propio. Así se explica cómo puede una corriente eléctrica pasar a través de un tubo vacío como la moderna luz fluorescente, porque cuando se desaloja al aire, nada impide que los electrones salten a través del vacío, hasta el electrodo opuesto. Y si la presión eléctrica llamada voltaje, es suficientemente alta, como ocurre con la luz nocturna, los electrones pueden salvar distancias largas a través del aire, hasta calentarle y darle un visible centelleo, un arco, a una flecha rumorosamente iluminada. El descubrimiento de los electrones, explicó también el origen de los misteriosos y penetrantes rayos X. Cuando una marea de electrones, (una corriente eléctrica), pasa a través de un cable, su energía emergente lo calienta. Las luces eléctricas, las planchas y los aparatos de calefacción se basan en este hecho. Pero cuando los electrones pasan a través de un tubo de cristal que ha sido parcialmente evacuado, entran en colisión con las moléculas del aire remanente y hacen surgir el gas. Si el vacío logra que los electrones crucen a gran velocidad a través del tubo, entran en colisión con el sólido muro opuesto. Y cuando encuentran un metal plano que constituye un objetivo accesible a los electrones, sus colisiones de gran velocidad, originan rápidísimas vibraciones etéreas. —los rayos X.— algo así como al golpear el yunque, produce

(pasa a la pag. siguiente)

## Nueva terminología

- ★ **ATOMO** : La partícula más pequeña de un elemento químico, capaz de existencia independiente. Los átomos se combinan de diversas maneras para formar las moléculas de una substancia química.
- ★ **CAMARA DE NIEBLA** : Inventada por C.T.R. Wilson. De paredes de vidrio contiene aire saturado de agua. Cuando atraviesa la cámara un rayo de alta potencia, la humedad se condensa en rocío hasta formar niebla en la trayectoria del rayo. Niebla y rayo pueden fotografiarse con luz instantánea.
- ★ **CICLOTRON** : Máquina en la cual las partículas nucleares cargadas eléctricamente, como los protones, se mueven forzosamente en una trayectoria horizontal y en espiral entre los polos de un electro-ímán y reciben un impulso eléctrico adicional, en cada giro, adquiriendo así alta velocidad y emergiendo como proyectiles nucleares.
- ★ **CONTADOR DE GEIGER** : Cuenta el paso de las partículas de alta energía a través de un tubo de metal cerrado que contiene un electrodo de alta energía, el cual, al paso de una partícula hace del aire un buen conductor de electricidad y produce una chispa o pulsación eléctrica que puede registrarse en un contador.
- ★ **DEUTERON** : Partícula nuclear compuesta de un protón y un neutrón y que forma el núcleo del átomo del deuterio o «hidrógeno pesado». Se llama también Deutón.
- ★ **ELECTRON-VOLTIO** : Es la unidad de energía en los movimientos y transformaciones de los electrones, fotones y partículas nucleares. Equivale a la energía adquirida por un electrón al recibir la propulsión del voltaje de un voltio.
- ★ **FOTON** : Corpúsculo que camina a lo largo de un rayo luminoso con la velocidad de la luz. Su energía es directamente proporcional a la frecuencia del rayo. Su masa en reposo es nula.
- ★ **ISOTOPOS** : Diferentes variedades de átomos de un elemento químico simple. Tiene el mismo número de electrones en las órbitas y, por tanto, las mismas propiedades químicas, pero la composición de su núcleo es distinto en el número de neutrones, los isotopos de un elemento difieren en la masa de sus átomos. Ejemplos, el hidrógeno y el deuterio.
- ★ **MESON** : Partícula positiva o negativa, cuya vida tiene corta duración y cuyo masa se clasifica entre el electrón y el protón. Fué descubierta en los rayos cósmicos y se la produce ahora en el protón-sincrotrón.
- ★ **MOLECULA** : La partícula más pequeña de cualquier sustancia o compuesto químico, capaz de existencia independiente. Las moléculas se agregan unas a otras formando cristales, o permanecen dispersas en forma de líquidos, o separadas unas de otras en los gases.
- ★ **NEUTRINO** : Partícula hipotética, eléctricamente neutra a la que se atribuye en reposo una masa nula. Interviene en la emisión de partículas beta por los núcleos radioactivos, y en la desintegración de ciertos mesones.
- ★ **NEUTRON** : Uno de los componentes fundamentales de todos los núcleos atómicos (con excepción del hidrógeno), tiene prácticamente el mismo peso que el protón, pero no lleva carga eléctrica.
- ★ **NUCLEO** : El centro denso del centro de todos los átomos. Tiene menos de 1/10.000 de diámetro del átomo, pero contiene toda su masa en forma de uno o varios protones y neutrones, íntimamente ligados unos a otros.
- ★ **PARTICULA V** : Es la partícula elemental descubierta más recientemente en los rayos cósmicos y se produce en los aceleradores de alta energía. Su naturaleza es todavía desconocida.
- ★ **POSITRON** : Igual al electrón, pero lleva siempre carga positiva.
- ★ **PROTON** : Uno de los componentes fundamentales de todo núcleo atómico. Lleva carga positiva simple. Es siempre el núcleo del átomo de hidrógeno.
- ★ **PROTON-SINCROTRON** : El tipo más poderoso de acelerador para proyectiles nucleares. Funciona según el principio de la frecuencia-modulación.
- ★ **RADIO** : Elemento químico descubierto en 1898 y que tiene, como las otras substancias radioactivas la propiedad de emitir rayos alfa, beta y gamma. La transformación del núcleo da origen a una serie de elementos que constituyen familias radioactivas.
- ★ **RAYO ALFA** : Uno de los tres tipos de rayos emitidos por elementos radioactivos. Es el núcleo de un átomo de helio y está compuesto de dos protones y dos neutrones, con una carga positiva neta.
- ★ **RAYO BETA** : Compuesto de electrones, emitidos, por átomos radioactivos a grandes velocidades.
- ★ **RAYOS GAMMA** : Constituidos por ondulaciones análogas a las de los rayos X, pero de una longitud mil veces menor.
- ★ **RAYOS X** : Son esencialmente ondulaciones que difieren de las de la luz por su gran frecuencia. Se obtienen por el choque de electrones rápidos contra el cátodo metálico de un tubo de vacío. Su producción requiere el empleo de aparatos de alto voltaje. La pequeñez de su longitud de onda con relación a la luz, les confiere un gran poder de penetración. Son invisibles.
- ★ **SINCROTRON** : Cierta clase de ciclotrón apropiado para acelerar los electrones a una velocidad casi análoga a la de la luz, y a un nivel de energía que aumenta su masa, de manera que la frecuencia de la oscilación propulsora eléctrica resulta modulada.
- ★ **VIDA-MEDIA** : Período convencional de tiempo, en el cual cualquier cantidad de elemento radioactivo se reduce a la mitad por la desintegración gradual de sus átomos.

# PRIMEROS PASOS PARA ABRIR EL ATOMO

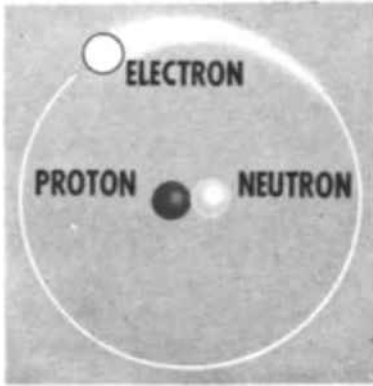
(Viene de la pág. anterior)

el martillo ondas sonoras. Varios descubrimientos posteriores vinieron a complementar y facilitar nuestra comprensión.

Volviendo ahora a los 3 tipos de radiaciones engendradas automáticamente por los átomos de radio, el descubrimiento e identificación de los electrones explica al propio tiempo que las radiaciones beta no son más que electrones que giran naturalmente en todas direcciones desde cada partícula radioactiva, mientras que las radiaciones gamma, conocidas como rayos X, se producen parcialmente, cuando los electrones de gran velocidad de las radiaciones beta, bombardean el mismo radio.

Esta explicó una parte del misterio del radio y dió origen al propio tiempo, a otra sorpresa. Debía de haber una serie de electrones, en las profundidades del átomo de radio. El átomo no podía ser esencialmente una partícula dura y sólida, sino una estructura complicada compuesta en parte de electrones, y con energía interior suficiente para proyectar al exterior los electrones en forma de radiaciones beta, casi a la velocidad de la luz.

Pero lo que reveló en última instancia la estructura del átomo, fué la investigación de las radiaciones alfa. Estas radiaciones, no son electrones ni vibraciones etéreas. Se componen de partículas relativamente extensas. Al calibrar la masa de las partículas por el mismo método utilizado con los electrones, —es decir, averiguando la energía necesaria para desviarlos de su vuelo rápido y directo—, se comprobó que tienen



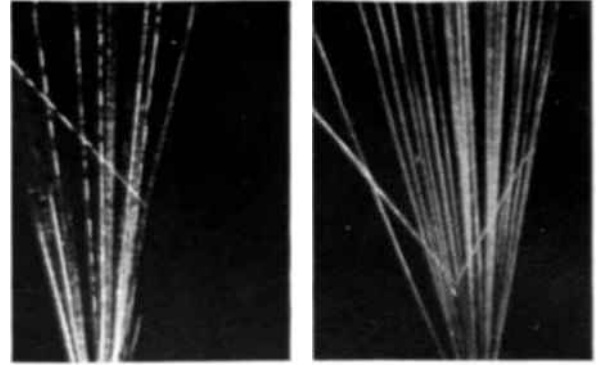
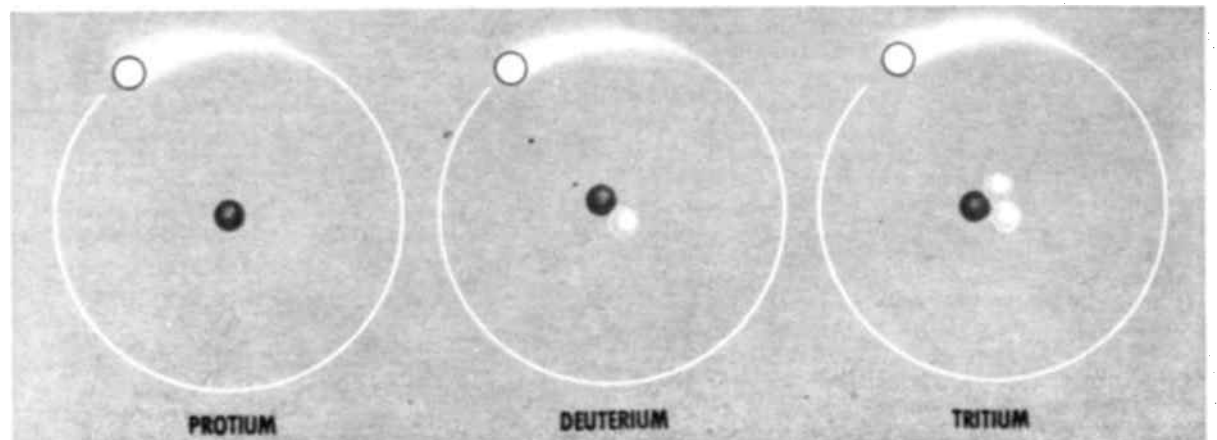
★ Atomo de hidrógeno pesado. que se encuentra un 0.02 por ciento en el hidrógeno y agua naturales. A diferencia del átomo de hidrógeno normal el del pesado, o deuterio tiene un neutrón unido al protón en su núcleo y doble masa.

★ el tamaño atómico, miles de veces más pesado que el del electrón. Se descubrió que eran en realidad, átomos del gas llamado helio. Pero no átomos normales, porque cada uno de ellos tenía dos cargas de electricidad positiva. Cuando las partículas de alfa atacan a la materia, recogen dos electrones extraviados y se convierten en verdaderos átomos de helio.

La cosa se presentaba muy complicada, si se tenía en cuenta que el átomo de radio debe contener conjuntamente electrones y átomos de helio y proyectarlos a grandísima velocidad. Gracias a una serie de investigaciones realizadas por Sir Ernest Rutherford y sus colaboradores de Inglaterra, en las cuales hizo que una ligerísima radiación de partículas de radio alfa, atacase a una delgada lámina de oro, se consiguió un nuevo avance. Algunas de aquellas partículas pasaron directamente a través del metal sólido, muchas rectificaron su línea de vuelo, y se desviaron de su dirección original, en una cierta forma de impacto elástico. Muy pocas, retrocedieron casi directamente en la dirección de donde partieron. Cuando Rutherford averiguó el número de átomos de radio que se había replegado en diversas direcciones, llegó a la sorprendente conclusión, de que la mayor parte de los átomos de helio atravesó la lámina metálica con la misma facilidad que si no la hubieran colocado allí: sólo para un pequeño número, fué un obstáculo serio que les obligó a replegarse.

La única explicación era, que la lámina de oro no es totalmente sólida, desde el punto de vista de proyectiles tan insignificantes como las partículas alfa. Los átomos de oro están casi vacíos. A través de esta vacuidad, de los átomos de oro, las partículas alfa penetran con la mayor facilidad. Pero hay otras zonas en los átomos de oro, que son sólidas e impenetrables. Esta concepción del átomo de oro era nueva, pero no podían explicarse los hechos en modo alguno, si las láminas de oro fueran compuestas de átomos sólidos en pleno contacto mutuo. Había pues que preguntar: ¿Qué era lo que impedía el paso de las partículas alfa? Rutherford dijo que era el

Los tres isótopos del hidrógeno tienen por igual un protón y un electrón. Se diferencian únicamente en el número de neutrones en los núcleos. El Protio (o hidrógeno ordinario), carece de neutrones; el deuterio (o hidrógeno pesado), tiene uno; y el tritio (o hidrógeno extra-pesado), tiene dos. En estos diagramas, la órbita del electrón es mucho más próxima al núcleo. Si el dibujo estuviera ejecutado a la escala natural y el núcleo tuviera en efecto el tamaño que aquí se le da, la órbita del electrón no cabría en esta página. Excedería de ella por lo menos en 100 metros.

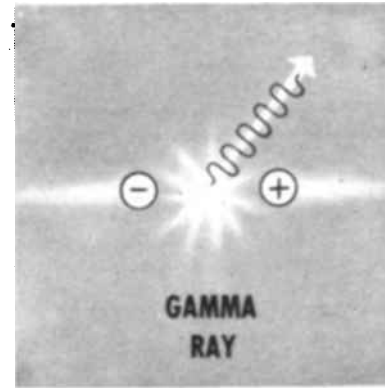


En la fotografía de la izquierda, se ven partículas alfa pasando en torrente a través de una "cámara de niebla". Una de esas partículas ha chocado con un núcleo de hidrógeno y ha adquirido por ese motivo un volumen cuatro veces más grande, sin variar en nada su trayectoria. Pero, el pequeño núcleo de hidrógeno ha sido disparado fuera de la trayectoria, hacia la izquierda. En la fotografía de la derecha, una partícula alfa entra en colisión con un núcleo de helio. Estas partículas son idénticas en tamaño y se puede ver cómo se reparten la energía en el impacto, y cómo se disparan separándose en ángulos.

núcleo, un centro muy pequeño y duro en el que se concentra toda la materia, y en el que rebotaban las partículas alfa. A menos que tropiecen con el núcleo, las partículas alfa atraviesan fácilmente los átomos de oro.

El resultado, es una nueva imagen del átomo. En su centro, hay un pequeño núcleo. A considerable distancia del núcleo, se hallan los electrones distribuidos en órbitas muy parecidas a las de los planetas alrededor del sol. En realidad, no está mal la analogía del sistema solar, con el núcleo del átomo en vez del sol en su centro, y los electrones circulando en lejanía. Pero lo difícil de comprender es, que el núcleo sea tan insignificante. Su diámetro es tan sólo una diezmilésima parte del diámetro del átomo. Así pues, el diámetro del átomo es diez mil veces mayor que el del núcleo. Si el núcleo fuera de las dimensiones de una avellana, el átomo mediría de parte a parte un kilómetro. Y sin embargo, ese pequeño núcleo central, contiene toda la «materia».

Las partículas alfa y las radiaciones beta se lanzan desde



★ La colisión de un electrón con un positrón neutraliza las cargas de ambos y elimina su masa transmutándola en un poderoso surtidor de rayos gamma.

★ el núcleo del átomo de radio. Inmediatamente se descubrió, que el núcleo no está solamente muy concentrado en la materia, sino también en la energía. Como ocurre frecuentemente en la investigación científica, la exploración del átomo no ha conseguido sino ahondar en su misterio. El problema reside hoy, en la exploración del núcleo. Por este motivo, a los hombres de ciencia no les agrada la expresión de energía atómica y prefieren hablar de energía nuclear, y sintetizar su investigación, con el nombre de física nuclear.

Al analizarse la estructura del núcleo, debiera señalarse en primer lugar, que hablando en términos eléctricos, está cargado positivamente. Esto significa que no hay electrones. Pero el átomo en su conjunto, es eléctricamente neutro. Así, la carga positiva del núcleo, está hermanada con los electrones negativos que constituyen la capa exterior del átomo. Se ha dicho anteriormente, que la partícula alfa es un átomo de helio con dos cargas positivas. Ahora podemos expresarnos con mayor



El radio se utiliza con fines médicos, especialmente en el tratamiento del cáncer, aunque de modo limitado porque resulta muy costoso. El ciclotrón ha hecho posible la producción artificial de isótopos radioactivos de varios elementos químicos. En la fotografía se puede ver uno de los pacientes que se tratan en el hospital del Laboratorio Nacional de Brookhaven (Upton, N.Y., Estados Unidos de América). Este es el primer hospital dedicado exclusivamente a las aplicaciones de los rayos atómicos. En el contador de Geiger se mide la cantidad de yodina radioactiva que permanece en el organismo del paciente después de que se le ha administrado un "cocktail atómico". (Foto Lab. Nac. Brookhaven, N. 9.)

claridad. La partícula alfa, es tan sólo el núcleo del átomo de helio, sin los dos electrones exteriores que lo caracterizan. Y así, el núcleo de radio produce solamente un núcleo de helio en su explosión automática.

Es por tanto fácil suponer que el núcleo de helio es uno de los componentes inherentes a los núcleos de otros átomos. Pero esto no es exactamente así, porque el núcleo de helio es complejo en sí mismo. El espacio no nos permite una explicación detallada de todas las investigaciones que han originado la actual concepción del núcleo atómico. Pero la conclusión es que uno de los componentes básicos de todo núcleo atómico, es el núcleo de hidrogeno y no de helio. El de hidrógeno es el más ligero y más sencillo de los átomos, con un sólo electrón en su superficie y una carga positiva en su núcleo. Su masa es asimismo una unidad, porque la masa de los átomos mayores es simplemente la multiplicación de la masa del átomo de hidrógeno. El núcleo de hidrógeno, es el más pequeño y sencillo de todos, es la piedra básica de su construcción. Todos los núcleos atómicos mayores, proceden en parte por lo menos, de esta unidad. Merece por ello un nombre especial, y se llama protón.

Pero el protón no es la única piedra del edificio. Para completar la lista de los mayores componentes nucleares debemos mencionar otra partícula: el neutrón. Este fué el último descubrimiento, porque, por extraño que parezca, no está cargado eléctricamente, y fué muy difícil descubrirlo. Tiene la misma masa que el protón, pero no está cargado positivamente. Por ello, debe contener algún electrón interno para neutralizarlo. Este electrón es lo diferencial entre el protón y el neutrón.

La palabra «interno», es aquí importante. Un protón positivo, puede equilibrarse mediante un electrón negativo, que circule en su órbita, como un planeta alrededor del sol. Eso sucede en el átomo de hidrógeno. Pero si de alguna manera penetra el electrón en el protón, como si el sol devorara a sus planetas, el resultado es el neutrón. Y si, por el contrario, se hace salir del neutrón un electrón, el neutrón se transforma en protón. Sin embargo, tales interferencias en la estructura de protones y neutrones no son fáciles. Prácticamente son intocables, excepto por los potentes ciclotrones que se describen en otro artículo de esta serie.

El descubrimiento del neutrón por el Prof. Chadwick en Inglaterra, no se produjo hasta 1934. Demostró ser la clave de muchos enigmas. Se comprendió inmediatamente lo que es la partícula alfa y el agua pesada, y nos proporcionó la clara comprensión de los isótopos, como se verá en los párrafos próximos. Ello hizo asimismo posible la transformación de un tipo de átomo en otro, y preparó el camino, no sólo para la transmutación, sino para la creación actual de nuevos elementos químicos. Finalmente, sólo al comprender el neutrón, se hizo posible adivinar métodos para la disociación atómica, y la liberación de amplias cantidades de energía del átomo.

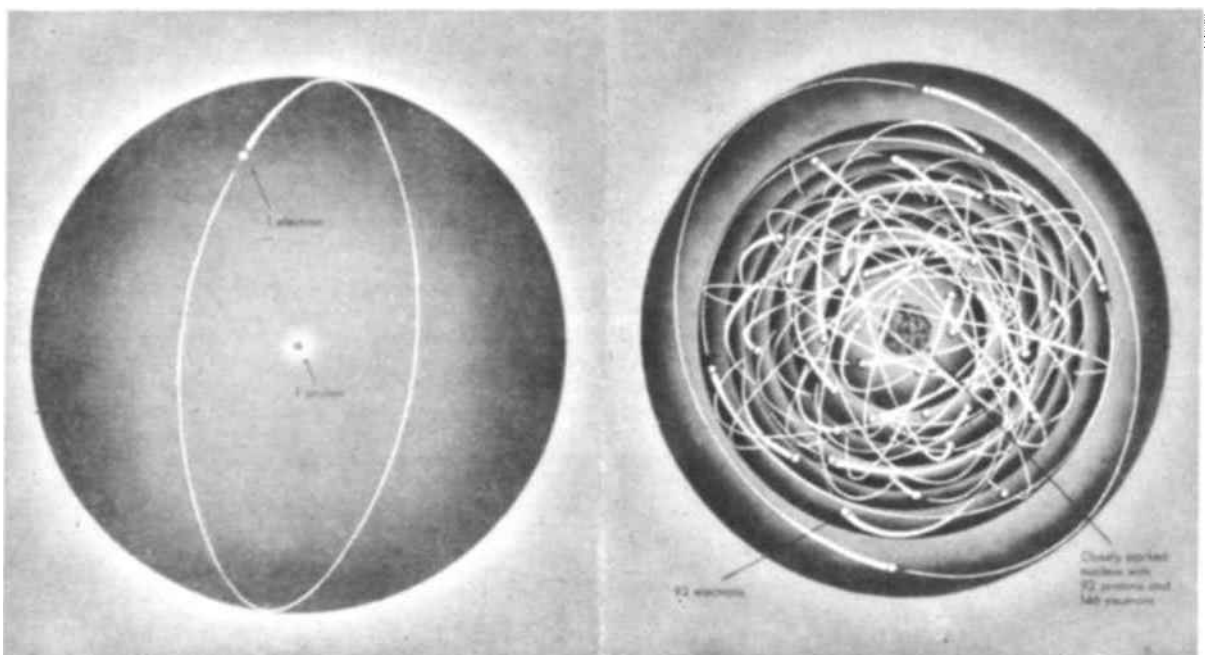
El agua pesada, con los descubrimientos científicos de los años últimos, es de fácil comprensión. El agua es naturalmente, óxido de hidrógeno, y el agua pesada es simplemente el óxido del hidrógeno pesado. El átomo de hidrógeno como se ha dicho, es sólo un protón con un electrón que circula en su órbita. El peso de este átomo, es esencialmente el de un protón. Pero el Prof. Urey descubrió en los E. E. U. U., una variante de hidrógeno cuyo peso atómico es doble, aunque en otras cualidades, es idéntico al hidrógeno ordinario. De hecho, hay una pequeña proporción de este hidrógeno pesado en todo hidrógeno natural y en toda agua natural. Su explicación la propor-

cionó el neutrón, porque el núcleo de este tipo de hidrógeno, es una partícula compuesta de un protón y de un neutrón íntima y firmemente unidos. Su peso es casi normalmente doble, pero tiene solamente una carga positiva sobre el núcleo, y por tanto, tan sólo un electrón en la superficie del átomo. Científicamente se llama deuterio, y su núcleo es un deuterón. Posteriormente se descubrió un tercer tipo de hidrógeno en el cual el núcleo se compone de un protón y de dos neutrones. Se trata del gas llamado tritio y su núcleo, es un tritón.

Las tres diversas formas de hidrógeno químicamente iguales, aunque distintas en su estructura nuclear, son conocidas con el nombre de isótopos. Con el avance de la investigación nuclear, en los diez años últimos, se hizo posible no sólo el descubrimiento de muchos isótopos naturales de los elementos químicos, sino la creación de otros centenares que no existen en la naturaleza. En algunos de ellos, las diversas uniones de neutrones y protones no son completamente estables, y así, se escinden gradualmente con la emisión de energía en radiaciones exactamente iguales, que la desintegración natural del radio. Estos isótopos artificiales radio-activos, han llegado a ser muy útiles en medicina, agricultura e industria, y constituyen el tema del último artículo de esta serie. La partícula alfa que se proyecta en la explosión automática del átomo de radio, se comprende asimismo gracias al neutrón. La partícula alfa tiene dos cargas positivas, y cuando, se le añaden dos electrones, forma un átomo de helio. Pero la masa de éste átomo y por lo tanto de su núcleo, es cuatro veces la masa de un protón. La explicación es obvia, porque la partícula alfa está compuesta de dos protones y de dos neutrones. Ello da una masa de cuatro unidades, y dos cargas positivas. Con la expli-

cación de esta misteriosa partícula alfa, se completa la lista de las conocidas partículas fundamentales de la materia. Dentro del átomo, pero en su superficie, están los electrones, responsables de sus propiedades químicas. Muy dentro del átomo, se halla el núcleo, millares de veces más pequeño que el átomo mismo, pero conteniendo toda su «materia». Está compuesto de protones y neutrones, y debe contener también electrones de una u otra forma. Con diversas combinaciones, los protones neutrones y electrones, constituyen los núcleos de todos los átomos. En átomos radioactivos como el radio, el núcleo es inestable, y ocasionalmente proyecta uno u otro de sus elementos constituyentes, y se transforma así en un isótopo diferente, o en realidad, en un distinto elemento químico. Así, los nuevos hechos y concepciones, comienzan a conjugarse en una imagen única que era inconcebible 50 años atrás, pero que nos revela hoy un nuevo mundo en el interior del átomo.

Pero el gran problema subyacente, continúa. ¿Qué es lo que encierra el núcleo? ¿Es el protón en realidad la partícula esencial, o tiene asimismo una estructura interna? ¿Cómo debe operar un electrón para producir un neutrón? ¿De donde procede toda la energía que propulsa las radiaciones a tan grandes velocidades? Todas estas preguntas son insolubles con los antiguos aparatos científicos. Se han afrontado con éxito en los años últimos, con los grandes ciclotrones que se describen en el tercer artículo de esta serie. Pero ello no hubiera sido posible, si no hubiesen descendido del cielo valiosas insinuaciones. Las radiaciones cósmicas aportaron la solución de estos misterios y prepararon el camino a los ciclotrones. El artículo siguiente examina estas partículas extraordinariamente veloces que bombardean la tierra desde el espacio sideral, y que nadie sabe de donde proceden.



Estos diagramas sirven para el estudio de los extremos atómicos y representan la estructura del átomo más liviano de hidrógeno, en contraste con el átomo más pesado de uranio. El hidrógeno tiene sólo un protón en el núcleo y un electrón girando en una órbita exterior. El uranio tiene 92 protones y 146 neutrones congregados estrechamente en el núcleo y 92 electrones externos vibrando en órbitas complejas. En los dos diagramas, el núcleo está bastante ampliado, ya que el diámetro del núcleo es tan sólo un 10/1000 del diámetro del átomo y constituye por lo tanto un punto invisible en el centro del átomo.

# 2 GRANIZADA DE RAYOS COSMICOS DESDE EL ESPACIO SIDERAL

UNA pelota inmóvil sobre una mesa es inofensiva; pero al volar por el aire puede causar más o menos daño, según la energía que la ha puesto en movimiento. ¿Es la causa de ese daño la energía o la pelota que golpea? ¿Cuál sería el efecto al arrojar un puñado de energía sola, sin ningún cuerpo que la conduzca? Ordinariamente, esto no es posible porque la energía es siempre transportada por fragmentos o partículas de «materia». En el caso de las moléculas y los átomos, la energía es mecánica aun cuando se la sienta como calor. En el caso de los protones y los electrones, la energía es eléctrica.

Cuando las partículas son más pequeñas que el núcleo atómico, ya se hallen dentro de éste o libres en el espacio, la energía es su principal propiedad. Cualquiera de las partículas de tamaño nuclear puede revelar su existencia y ser estudiada únicamente cuando se halla en movimiento o mediante ciertas formas de acción energética. La presencia de esas pequeñas partículas se delata en forma de «rayos». En la investigación nuclear, el campo de estudio es siempre una combinación de *materia y energía*, en la cual estos dos elementos se encuentran tan íntimamente vinculados que a veces se confunden.

La partícula más activa, entre las que se producen de modo natural o espontáneo, es el rayo alfa del radio, el cual es un núcleo de helio lanzado a una velocidad aproximada de un décimo de la velocidad de la luz. La forma como obtiene el rayo alfa esa rapidez y energía, hallándose en la clausura de un núcleo de radio, es todavía un misterio. Esta concentración de energía, raramente encontrada en la tierra, por el contrario abunda en el espacio exterior, en el «vacío» espacio, más allá de la atmósfera terrestre. El estudio de esos «rayos cósmicos» es una de las más apasionantes y audaces investigaciones modernas y sólo se puede dar una idea esquemática en un breve artículo.

Fué al comienzo de este siglo cuando el profesor británico C.T. R. Wilson sospechó por primera vez que la pérdida gradual de electricidad estática, en los aparatos de su bien aislado laboratorio, se debía a cierta radiación desconocida que penetraba como los rayos X y que se originaba fuera de la tierra. El profesor suizo A. Gockel, al comprobar este fenómeno mediante un globo, descubrió en 1909 que el efecto de radiación era mayor a una altura de 4.500 metros. En el año siguiente, el austríaco V.F. Hess confirmó este descubrimiento remontándose hasta 5.200 metros y dió a los rayos el nombre que tienen actualmente, o sea «rayos cósmicos». En 1913, el alemán Kolhorster alcanzó a elevarse a 9.000 metros y probó que a esa altura los rayos eran 30 veces más intensos que al nivel del mar.

¿De dónde proceden esos rayos? Una suposición común es que su fuente originaria es el sol. Pero los rayos tienen igual intensidad durante la noche que durante el día, y más aún, en las horas nocturnas la masa gris de la tierra se encuentra enteramente a su paso. Los rayos no vienen, pues, del sol. ¿Acaso proceden de las estrellas de nuestra propia nebulosa, o sea de la Vía Láctea? Es posible y tal vez probable. ¿O se producen esos rayos por colisiones o explosiones de partículas sueltas, elementales, en la extensión vacía del espacio? Nadie lo sabe.

Se tiene conocimiento de que la energía que llega constantemente a la tierra en esta forma es tan grande como la energía de la luz conjunta de todas las estrellas, con excepción del sol. Vivi-

mos como en medio de una granizada continua de rayos cósmicos. Cada cuerpo humano es asaelado, más de veinte veces por segundo, por esos rayos afortunadamente inofensivos. Lo que sorprende en ellos es su enorme energía. Se hallan en forma de partículas, en su mayoría protones, en menor número átomos de helio —de núcleos más complejos— y en una pequeña proporción núcleos más amplios de átomos pesados. Se disparan hacia la tierra a una velocidad que es casila de la luz y poseen energía que se calcula, en total, en muchos miles de millones —o aun millones de millones— de electrón-voltios.

El electrón-voltio es la unidad de energía emanada de esas partículas. Técnica- mente, es la energía adquirida por un electrón al ser acelerado por el voltaje propulsor de un voltio. Para mover un electrón de un átomo de oxígeno en el aire se requieren 30 M electrón-voltios. Los rayos alfa del radio contienen de 4 a 10 millones de electrón-voltios. Más, el rayo cósmico, para penetrar en la atmósfera terrestre, cerca de la equinoccial, burlando el magnetismo del planeta, necesita una energía de 20 mil millones de electrón-voltios, por lo menos. Y esto con respecto a los rayos más débiles, ya que los más activos que se han encontrado hasta ahora tienen una energía de 100.000 millones de veces un millón de electrón-voltios. Estas son energías que superan a todas las demás experiencias terrestres.

Todavía se desconocen los secretos de la producción de esta energía en las profundidades del espacio. De acuerdo con la teoría de Einstein, si un átomo de helio, por ejemplo, fuera destruido completamente, es decir, aniquilado y transformado en energía, ésta no llegaría sino a 4.000 millones de electrón-voltios. Según otra teoría —formulada por el profesor italiano Fermi— la energía se forma gradualmente por el paso de la partícula a través de

nubes magnéticas de materia, en el espacio exterior que despide con celeridad la partícula como una raqueta que lanza la pelota de tenis. Mas, no hay hasta ahora una teoría aceptable acerca de la fuente originaria de la energía y su explicación será obra de los investigadores futuros. Tal vez este problema no será resuelto hasta que los rayos cósmicos puedan ser estudiados desde una nave interplanetaria, lo más lejos posible en el espacio, o desde un laboratorio montado en la superficie de la luna. Mucho más apasionante aún es lo que sucede cuando esos rayos tocan la atmósfera de la tierra y se dirigen hacia abajo. En veinte años de investigación científica valiéndose de modernos instrumentos de física nuclear se han obtenido algunas fotografías de las trayectorias de los rayos al pasar a través del aire y de los cuerpos interpuestos. Esos documentos se han ejecutado en los picos de las montañas, en el interior de las minas, bajo las aguas profundas y en la estratosfera mediante globos y aviones-cohetes. Han revelado acerca de la naturaleza de la materia y de la energía mucho más de lo que se hubiera pensado hace diez años. Aquí no hay espacio sino para consignar las conclusiones formuladas hasta la fecha.

Las partículas muy activas que se dirigen hacia la superficie de la tierra, a pesar de su campo magnético,

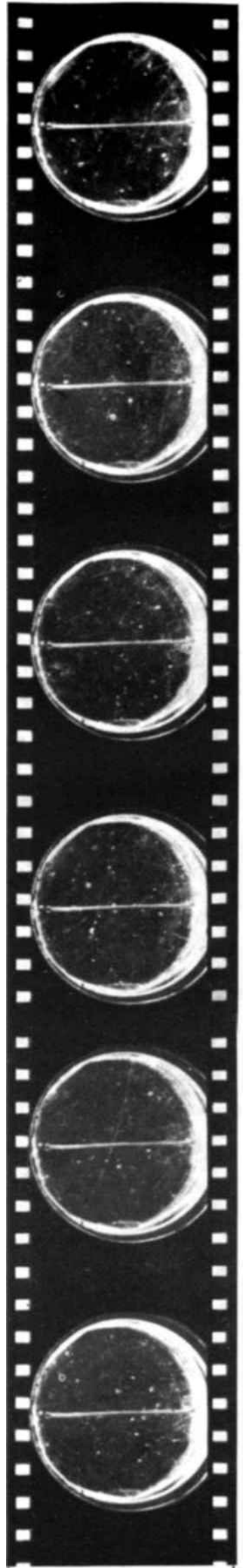
chocan con los átomos en las zonas superiores de la estratosfera. Del resultado de esas colisiones, pierden parte de su energía y producen verdaderas lluvias de electrones que, a su vez, se disparan hacia la tierra. El profesor francés Auger reveló mediante procedimientos fotográficos realizados en las altas montañas la existencia de dichas lluvias de electrones sobre muchas millas cuadradas de la superficie terrestre. Mas, esas lluvias contienen también fotones, que no son otra cosa que unidades de energía radiante descargada, o sea, por decirlo así, partículas de luz, cada una de las cuales puede desintegrarse en un par de electrones: negativo y positivo. Hay así dos nuevas partículas, no mencionadas previamente: el fotón y el electrón positivo, que se asemeja mucho al

negativo, con excepción de que su carga es negativa. Este descubrimiento se debe al americano Carl D. Anderson, quien lo formuló en 1932 al tratarse de los rayos cósmicos. Ulteriormente, nuevas partículas fueron descubiertas en los mismos rayos, como los mesones, que tienen la carga de un electrón, a veces positiva y otras negativa. En masa se clasifican en lugar intermedio entre los electrones y los protones. Ciertas mesones son 276 veces más grandes que un electrón, y otros sólo 210 veces. La existencia de estas partículas fué primero sugerida teóricamente por el matemático japonés H. Yukawa en 1935, y poco después —1938— se comprobó su presencia en los rayos cósmicos. Mas, he aquí otro detalle sorprendente: el mesón es una partícula-fantasma, pues existe únicamente unos millonésimos de segundo. A pesar de su breve vida, se puede notar su presencia porque atraviesa grandes distancias debido a su alta energía. De ésta manera, parecen convertirse en electrones de gran velocidad, y en ese proceso dan origen a otra partícula elemental: el neutrino.

En la hora presente, se ha vuelto tan compleja la variedad de partículas que se hallan en los rayos cósmicos o son producidas por éstos que apenas puede comprenderlo el hombre de la calle si no es un experto en la ciencia atómica. El estado actual de los conocimientos ha llegado a una etapa de desarrollo tan vertiginoso que, indudablemente, nos encontramos con menos respuestas que interrogaciones. Cuando lleguen a descubrirse todas las partículas existentes, quedará aún el problema misterioso de su concentración en el núcleo atómico, el cual constituye igualmente una partícula muy complicada. En nuestros días asistimos al debate acerca de la función de los mesones como fuerza que mantiene juntas las otras partículas, actuando de soldadura dentro del núcleo. Esto, naturalmente, sucede en el campo de las más altas matemáticas, en el cual aún la teoría de la relatividad es elemental. Los rayos cósmicos han revelado, de esta manera, los misterios insospechados del centro del núcleo. No es fácil estudiarlos, ya que llegan libremente desde el universo exterior y se encuentran en la altura superior de la estratosfera. Para estudiar partículas de dicha alta energía en la tierra y en el interior de un laboratorio, hay necesidad de crear artificialmente las mismas partículas y duplicar los rayos cósmicos. Para esto se requiere dotarlos a su vez de mayor energía que la que poseen normalmente las partículas terrestres, o sea miles de millones de electrón-voltios. Esta es la tarea de los ciclotrones gigantes. La historia de este gran acontecimiento constituye el tema del próximo artículo de la misma serie.

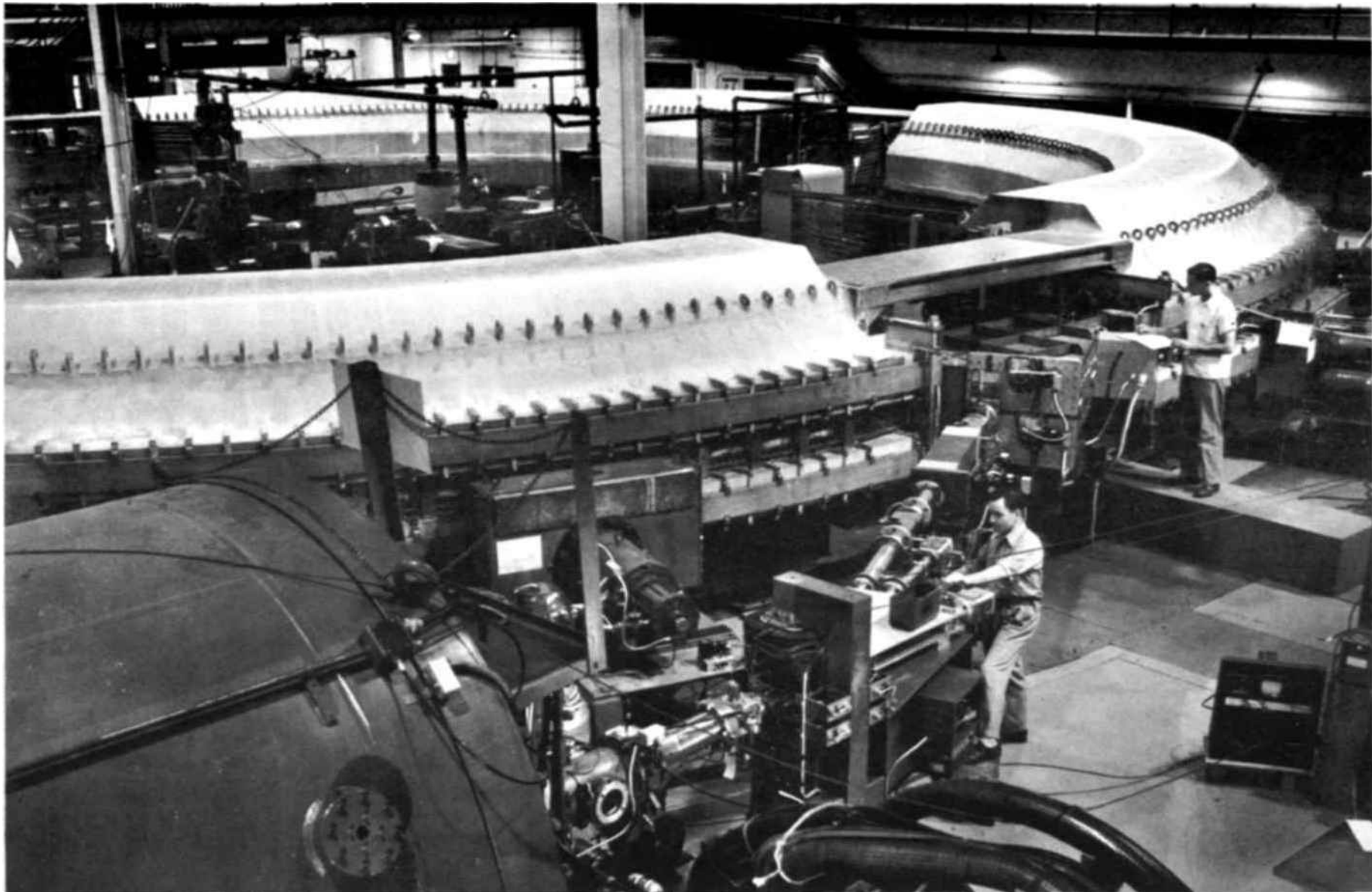
## En el universo del nucleo todo es astronómico

**¿De donde vienen?  
¿De la Vía Láctea?  
...Nadie lo sabe.**



En estas fotografías elaboradas por el Laboratorio Nevis de la Universidad de Columbia, E.U.A. se muestran los fenómenos nucleares que resultan de colisiones entre partículas atómicas de alta energía y los núcleos. Las trayectorias de las partículas a las que se ha dado alta velocidad en un ciclotrón se fotografían automáticamente cada 10 segundos. Su examen ayuda a comprender mejor ciertas características de las partículas y su conexión en el núcleo del átomo. En nuestra portada una fotografía similar. (Copyright "Scientific American").





Para conocer con mayor exactitud la composición y la naturaleza del núcleo del átomo, los hombres de ciencia lo bombardean con partículas de alta energía. Esas partículas adquieren velocidades fenomenales en aceleradores como el Cosmotrón (arriba) del Laboratorio Nacional de Brookhaven — Estados Unidos de América — que es actualmente la máquina más grande del mundo, entre las de su género. El pesado imán — en forma de "doughnut" — tiene 25 metros de diámetro y conduce las partículas por una vía circular donde reciben alta velocidad mediante una sucesión de impulsos eléctricos. En este Cosmotrón, las partículas giran 3.000.000 de veces y viajan 138.000 millas en menos de un segundo.

### 3 EL RAYO LANZADO POR EL HOMBRE Y LOS CICLOTRONES

EL mundo interior del átomo, puesto en evidencia por los rayos naturales del radio y por los rayos cósmicos, es casi inconcebible desde el punto de vista común. No sólo porque es tan complejo sino también porque las partículas básicas parecen no relacionarse con la materia ni con la energía, en la forma en que generalmente se las conoce. La fascinación que ejerce este mundo sobre nuestra curiosidad es enorme y experimentamos el deseo de explorar lo más profundamente su misterio.

El núcleo del átomo contiene ya en sí toda la «materia», a pesar de que es tan minúsculo que sólo ocupa un billonésimo de un millonésimo del espacio interior del átomo. Su densidad (es decir,

su peso por centímetro cúbico) será un billón de veces un millón el peso de los materiales ordinarios. En realidad, investigaciones hechas con el ciclotrón — de las cuales explicamos algunas más adelante — indican que el núcleo no es una masa sólida, aunque sí tiene un punto denso en el centro. No se sabe la composición de ese punto, pero su densidad es tan grande que un fragmento de él — tan pequeño como una gota de agua — tiene el peso de dos millones de toneladas.

Mas, esto no constituye todo el secreto de su mundo sorprendente. La energía está concentrada en forma análoga. En el interior del volumen extremadamente diminuto del núcleo atómico existen fuerzas tan grandes que mantienen ligada

la masa. La tierra misma permanece en su forma compacta debido a la gravitación; pero la fuerza interior del núcleo debe ser mucho mayor que la de la gravitación y no hay palabra con la que podamos denominarla. Se tendría una idea multiplicando la fuerza de la gravitación por un guarismo que contenga el número 1 seguido de treinta y siete ceros, o sea:

10.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000

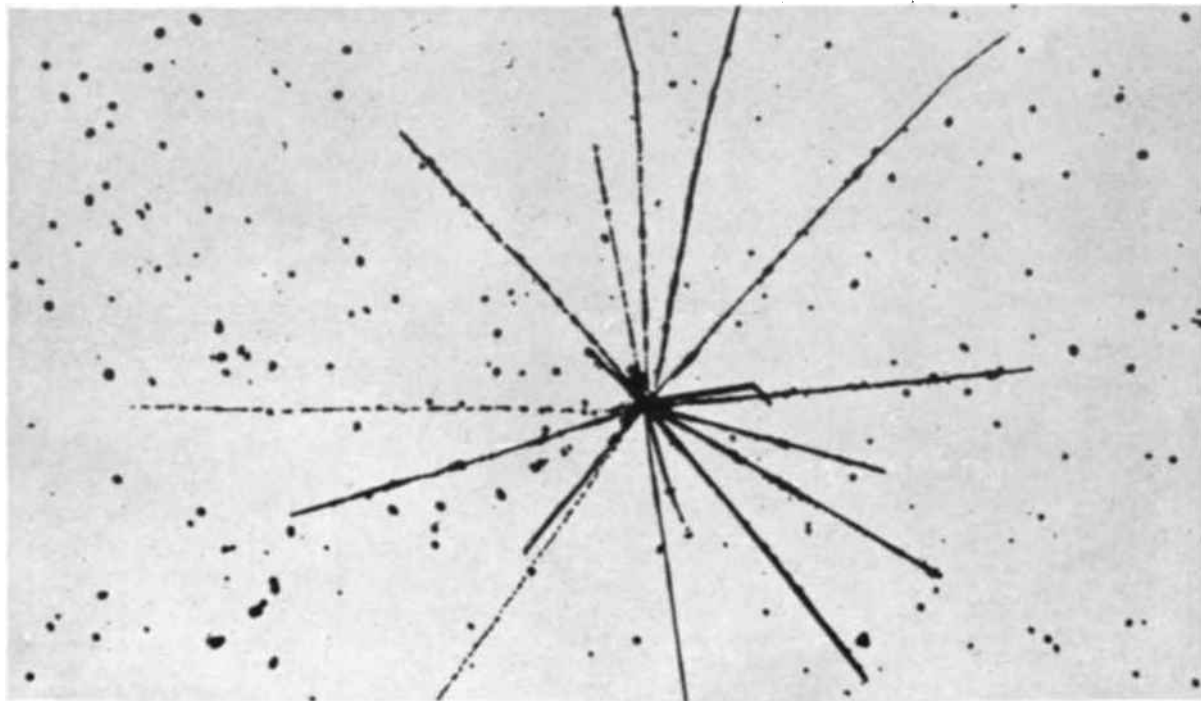
La gravitación es la fuerza que sostiene a los planetas en su curso y a las estrellas en el cielo, pero esta fuerza no se encuentra en el núcleo.

El átomo entero está ligado por fuerzas eléctricas, ya que los protones positivos — que se hallan en su centro — atraen y mantienen juntos los electrones negativos de la superficie. Mas, en el interior del núcleo hay protones y neutrones que no pueden ser sostenidos eléctricamente, porque la fuerza eléctrica al actuar entre ellos no los haría atraerse unos a otros sino más bien repelerse. La fuerza de conexión que existe en el interior del núcleo es, pues, de una naturaleza nueva y desconocida. Su forma es complicada y depende de la velocidad de las partículas nucleares y aun de su movimiento de huso o rotación. Por otra parte, esta fuerza — cualquiera que sea — no depende de las cargas eléctricas, ya que los protones y neutrones parecen atraerse con igual grado de intensidad con que atraen sus propias partículas. Este es el misterio actual del núcleo y, en consecuencia, del átomo, lo que quiere decir de la materia y de la energía en general.

En un campo más amplio, se puede afirmar que este es el misterio fundamental del universo y con él no puede hasta hoy competir la ciencia. Se requieren cada vez nuevos métodos e instrumentos nunca ideados hasta nuestros días. Sería de gran utilidad un microscopio nuclear que permitiera mirar y sondear las profundas intimidades del pobladísimo mundo infinitesimal de los protones y neutrones, así como el astrónomo contempla el espacio infinito a través de colosales telescopios.

Las ondas luminosas son millones de veces más largas que el tamaño de las partículas nucleares. No hay otra manera de escudriñar el interior del núcleo que separadamente. Para hacerlo se necesitan grandes concentraciones de energía equivalentes a las del mismo átomo, o aún mayores. El método más eficaz es disparar electrones y protones contra el núcleo, cargados de energía en cantidades que llegan a miles de millones de electrón-voltios, a velocidad análoga a la de la luz.

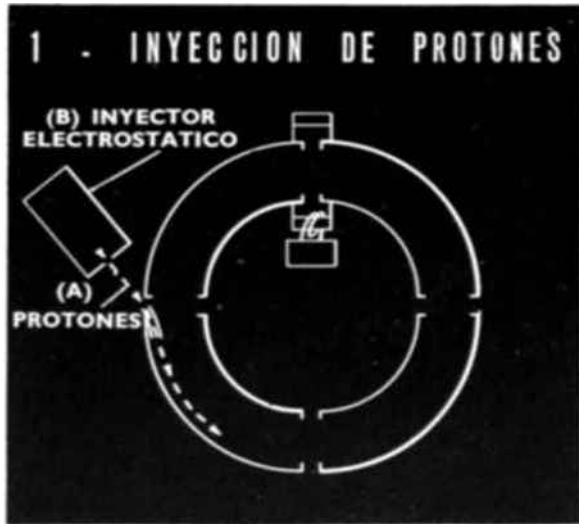
No es difícil dar energía a esos minúsculos



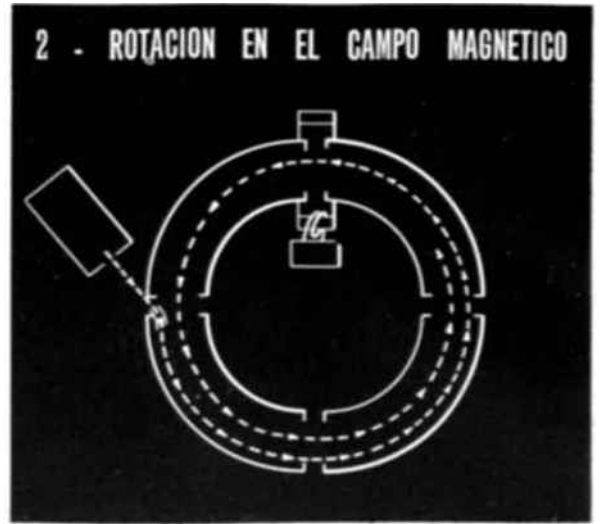
Esta fotografía, semejante a la de una estrella, es el "auto-retrato" de un núcleo de un átomo en el momento de estallar y constituye uno de los hitos más significativos en el camino de la investigación nuclear. Este "acontecimiento" atómico fué fotografiado en el instante en que una partícula de muy alta energía — acelerada en un Cosmotrón gigantesco — chocaba contra el núcleo de un átomo de la emulsión de la película y lo hacía explotar en 17 partículas diferentes que salieron disparadas trazando trayectorias en forma de estrella. Esta clase de colisiones, capaces de ser producidas ya por la mano del hombre, habían ocurrido hasta hoy únicamente bajo la acción de los rayos cósmicos que, al bombardear la atmósfera de la tierra originan las más altas energías que se han producido hasta ahora. La fotografía fué tomada dentro de un aparato muy sensible, conocido con el nombre de "cámara de niebla" (Fotos Laborat. Nac. de Brookhaven, N.Y.)

(pasa a la página siguiente)

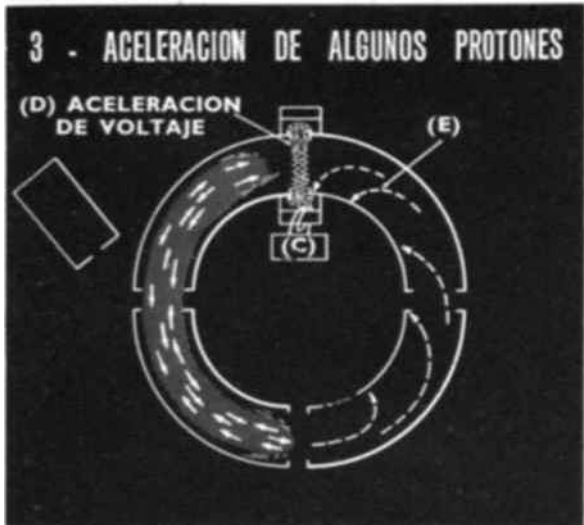
# EL COSMOTRON Y SU FUNCIONAMIENTO



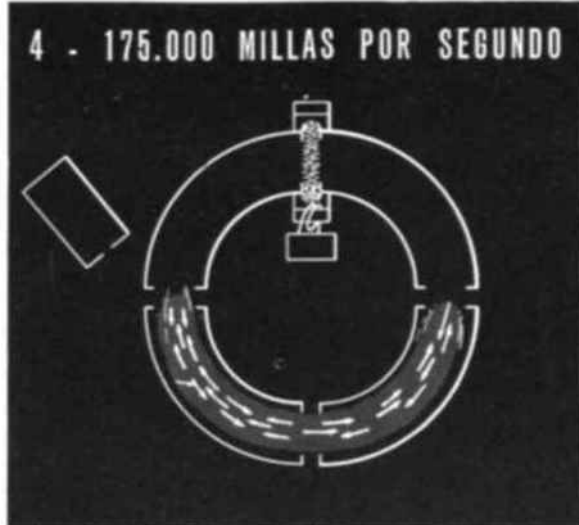
Los protones (A) procedentes de un generador electrostático (B) son lanzados en el tanque de metal neumático del Cosmotrón, con una energía de 3.6 millones de electrón-voltios.



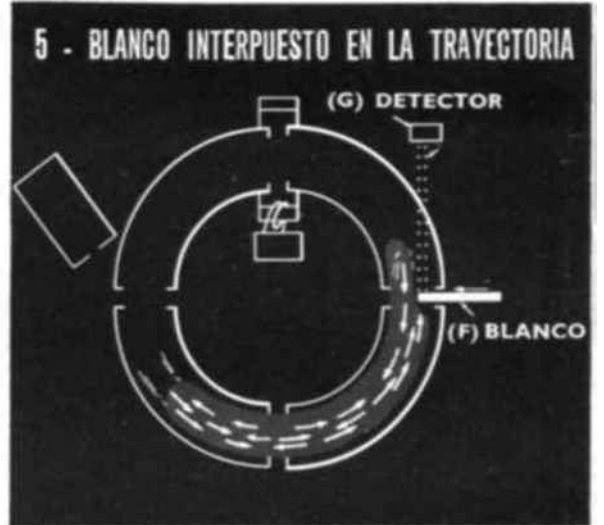
La intensificación del campo magnético hace que los protones giren en espiral alrededor del Cosmotrón (líneas de puntos) efectuando 350.000 rotaciones por segundo.



El amplificador (C) produce un voltaje, acelerador, de una parte, y retardador de otra, dando mayor velocidad al 50% de los protones y haciendo disminuir la rapidez del otro 50%. Los protones más acelerados (D) se agrupan en forma de embudo y giran a velocidad cada vez mayor. Los retardados chocan contra las paredes interiores y se pierden.



El grupo o mazorca de protones gira alrededor del tanque de metal 4 millones de veces por segundo (175.000 millas por segundo, o 90% de la velocidad de la luz). Después de dar 3 millones de vueltas, en 3/4 de segundo — extensión equivalente a 4 viajes alrededor de la tierra— los protones adquieren la energía de 2.300 M.ev.



Al adquirir esa energía, los protones chocan con el blanco (F) interpuesto en su trayecto. Se produce la colisión y los fragmentos se disparan en línea recta. Instrumentos sensibles (G) como la "cámara de niebla" o el contador de Geiger se utilizan para estudiar el resultado de la colisión de esas partículas con varios elementos químicos.

(Viene de la pág. anterior)

proyectiles que son los protones y los electrones, mediante la velocidad, ya que su carga eléctrica los propulsa como si fueran sometidos a un alto voltaje. Este experimento se hizo primero en tubos generadores de rayos X. Mientras más alto era el voltaje a través de los extremos del tubo, mayor era la velocidad de los electrones y más penetrantes los rayos X así producidos. Esto llevó a la invención de tubos de rayos X capaces de funcionar bajo un millón de voltios. Mas, para llegar a tan alto voltaje, hubo necesidad de obrar gradualmente, con prudencia. Conforme pasaba el electrón a lo largo del tubo, iba atravesando una serie de electrodos, cada uno de los cuales añadía algunos miles de voltios más a la presión y a la velocidad del electrón.

Pero un millón de voltios no es suficiente para penetrar el núcleo y no es práctico someter el mencionado tubo a más de unos pocos millones de voltios. La etapa inmediata, en este camino de la investigación, fué la ampliación del tubo haciéndole tomar una forma de espiral mediante un campo magnético. Tenía sólo dos electrodos, constituidos por una caja circular provista de un orificio y con una incisión a lo largo del diámetro. Cada uno de esos electrodos tenía la forma de una D mayúscula. Los dos estaban unidos por una línea recta y entre ellos había un estrecho espacio lleno de aire. Cuando se colocaba esta caja de las dos D entre los polos de un imán potente, el electrón inyectado en el orificio adquiría un movimiento circular, dando vueltas sin cesar. Al aplicar un voltaje a la caja, el electrón recibe un impulso cada vez que pasa por el semi-círculo. Esto le hace moverse con más celeridad y describir, por lo tanto, un círculo mayor porque el imán es menos potente para hacerle torcer su camino. El electrón continúa girando, pasando repetidamente por cada D, siempre con mayor velocidad y describiendo así círculos cada vez más grandes. Su camino se desenvuelve en espiral. Al final, cuando ya se ha cargado el electrón de una energía de muchos millones de electrón-voltios, llega al extremo exterior y pasa a través de una incisión en la pared lateral, en el máximo de su potencia. Entonces se le puede utilizar para generar poderosos rayos X o para otros experimentos.

Mas, el electrón es un proyectil liviano relativamente. Cuando el protón —más pesado— es igualmente disparado a gran velocidad, su contenido de energía es suficiente para contrarrestar las fuerzas de conexión en cualquier núcleo al que golpee. Este fué el principio inspirador del primer ciclotrón inventado por el profesor D. Ernest O. Lawrence, de la Universidad de California, quien mereció por esta razón el premio Nóbel de Física en 1940. Este aparato en su actual forma tiene el nombre de protón-sincrotrón.

El protón-sincrotrón de mayor longitud, en la época presente, funciona en el Laboratorio Nacional de Brookhaven, bajo la dirección de las Universidades Asociadas —sociedad incorporada— según contrato celebrado con la Comisión de la Ener-

gía Atómica de los Estados Unidos de América. Este instrumento inyecta protones, procedentes de un generador auxiliar, que conducen 3.6 millones de voltios electrónicos. Estos protones penetran en el gran protón-sincrotrón en estallidos que se suceden a cinco segundos de intervalo. En menos de un segundo, esos protones giran en el interior del amplio imán circular, más o menos tres millones de veces y alcanzan de esa manera una energía de 2.300 millones de electrón-voltios. El imán tiene un diámetro de 25 metros, lo que quiere decir que 3 millones de circunvalaciones equivalen a una distancia total de 130.000 millas, o sea aproximadamente cuatro veces la extensión que hay alrededor de la tierra y la mitad de la distancia que existe entre la tierra y la luna.

En la trayectoria de esta energía máxima, lista para utilizarse, se interpone una pequeñísima lámina de metal, como un blanco para ejercicios de puntería. En el choque violento de los protones de alta energía con el núcleo del metal, se hacen pedazos el proyectil y el blanco, es decir, el protón y el núcleo atómico. Los fragmentos resultantes emergen del ciclotrón y pueden ser fotografiados en lo que se llama una « cámara de niebla », como se puede ver por la imagen que ilustra la cubierta de este número de la revista. Tiene esta fotografía la apariencia de la ilustración de una catástrofe o parece representar un huracán entre los astros; pero cada trazo blanco es la trayectoria de uno de los muchos tipos de rayos o fragmentos nucleares. Cada uno de éstos puede ser identificado como uno de los componentes del núcleo atómico. Un estudio cuidadoso de la fotografía revela también ocasionalmente rupturas violentas de la trayectoria y algunos puntos donde ésta parece originar otras explosiones señaladas por dos, tres o cuatro partículas que se lanzan a diferentes ángulos.



La fotografía de la página y muestra una colisión simple, producida mediante una placa fotográfica colocada directamente en la trayectoria de los rayos. Una de las partículas de alta energía, procedentes del protón-sincrotrón, chocan contra el núcleo de un átomo de la emulsión fotográfica en tal forma que éste estalla fragmentándose en 17 partículas separadas que se pueden contar claramente. Aun el ojo más inexperto puede ver que algunas de esas partículas son mayores y se marcan más en la fotografía, mientras otras son menos voluminosas y probablemente más veloces y tocan sólo algunos puntos de la emulsión al desaparecer.

El examen minucioso de fotografías como las dos mencionadas ofrece la prueba evidente de la existencia de partículas de vida efímera como los mesones o las recientemente descubiertas partículas V. Cada huella debe ser estudiada por su grado de curvatura, longitud, intensidad y eficacia en la producción de rayos ramificados. Los sentidos humanos no pueden descubrir esas partículas. La combinación del gran protón-sincrotrón y de

la placa fotográfica constituye algo así como un « sexto sentido », o el microscopio nuclear que revela los más ocultos secretos de la naturaleza.



No obstante, es menester anotar que el estallido del núcleo no es el único efecto de esas partículas de alta energía. En muchos casos, la partícula veloz —ya sea electrón o protón, deuterón o partícula alfa—penetra en el núcleo y se combina con él transformándolo en una nueva estructura, la cual, a su vez, hace de la partícula un átomo de un elemento diferente. En otras ocasiones, la combinación se rompe en dos núcleos más pequeños. Así, las partículas de alta energía del ciclotrón y del protón-sincrotrón se han utilizado para crear no sólo nuevos isótopos de elementos químicos bien conocidos sino también nuevos elementos que no existen en la naturaleza.

En esta esfera, un caso bastante común es la creación de isótopos de elementos cuyos núcleos son estables sólo en parte y se desintegran gradualmente emitiendo rayos semejantes a los del radio. En estos días es ya larga la lista de elementos radioactivos artificiales.

El protón sincrotrón de Brookhaven se halla funcionando sólo desde hace un año y sus resultados no han sido todavía estudiados suficientemente para llevarlos al público. No obstante, se espera que, con ciertas nuevas modificaciones, los protones puedan adquirir mediante esta máquina energías equivalentes a 3.000 millones de electrón-voltios.

A pesar de lo elevada que es ya esta energía, constituye únicamente el umbral de este gran dominio de la potencia requerida para el estudio de los mesones, neutrinos y partículas V, hasta la fecha todavía tan misteriosos. Mayor energía se necesita para producir un torrente adecuado de mesones artificiales. En la Universidad de California se encuentra un protón-sincrotrón que puede alcanzar a 6.000 millones de electrón-voltios. Es un coloso mecánico, cuyo imán pesa 10.000 toneladas y la potencia eléctrica que le da energía llega aproximadamente a 8.000 caballos de fuerza, o sea 6.000 kilovatios.

Sin embargo, la más poderosa de estas máquinas colosales será construída en Ginebra por el Consejo Europeo de Investigaciones Nucleares. Esa máquina suministrará 30.000 millones de electrón-voltios. Un nuevo procedimiento para conservar los rayos en la trayectoria deseada reducirá el peso del acero que se necesite para la construcción del imán, de manera que el costo general será rebajado notablemente. En la forma que se ha proyectado, el protón-sincrotrón de Ginebra tendrá un imán relativamente delgado, pero el diámetro del círculo medirá 300 metros. Como ningún edificio es suficientemente grande para albergarlo, el formidable aparato será instalado en un amplio subterráneo circular. Detalles sobre esta obra gigantesca se pueden ver en el próximo artículo.



# SIMBOLO EUROPEO DE LA COLABORACION DE LOS SABIOS NUCLEARES

4

EN el periodo de una vida humana, el átomo ha cambiado completamente de aspecto. En la época en que Roentgen, Becquerel y los Curie descubrieron los rayos X (1895), la radioactividad (1896), y el radio (1898), nadie podía suponer la existencia de un mundo en el interior del átomo. Menos de sesenta años después, los hombres de ciencia inquieran con cautela dentro del núcleo atómico y descubren las partículas fundamentales de la materia y de la energía, de las que ya se ha hablado en los artículos precedentes: electrones y positrones, protones y neutrones, mesones y neutrinos. Son los componentes del átomo, en la misma forma en que los átomos son componentes de la tierra y las estrellas. Todos estos nuevos conocimientos han multiplicado la majestad y el misterio del universo. Las aplicaciones de sus secretos han sido terriblemente destructivas algunas veces, y otras, enormemente beneficiosas. Mas, nos hallamos aún en el comienzo. Con toda certidumbre, se puede afirmar que en los próximos cincuenta años se revelarán más hechos científicos que los que se descubrieron en el medio siglo pasado.

La escala y el grado de celeridad de la investigación han cambiado igualmente. Roentgen y Becquerel hicieron sus descubrimientos casi accidentalmente al notar que las placas fotográficas envueltas en papel negro, fuera del alcance de la luz, habían sido veladas por radiaciones procedentes de un tubo neumático, en un caso, y de un pequeño paquete de sales de uranio en el otro. Naturalmente, ya no fué una casualidad la investigación que emprendieron estos sabios para encontrar la causa de esos misterios, lo que les condujo a sus célebres descubrimientos. Una destreza sorprendente y una enorme paciencia permitieron a Pierre y Marie Curie seguir la pista de los « rayos de Becquerel » y descubrir su origen en el radio. Mas, esas famosas investigaciones se efectuaron en los fríos y poco espaciosos laboratorios de Wurzburg y de la Sorbona de París, mediante unos cuantos recipientes sencillos y algunos instrumentos simples, aunque eficaces, diseñados y construidos por los mismos investigadores; y, por añadidura, largas horas de duro trabajo, muchas veces durante la noche, al terminar sus imperativas obligaciones profesoriales.

★

Esos días se han esfumado. Hoy, las fronteras de la ciencia atómica se encuentran tan lejos, en relación con el mundo ordinario y cotidiano, que se requieren, para llegar a ellas, verdaderas expediciones, costosas y bien organizadas. Un ciclotrón para penetrar en el núcleo cuesta millones de dólares, y su funcionamiento, que requiere millares de caballos de fuerza, cuesta miles de dólares por día y exige el trabajo combinado de numerosos

equipos de físicos, químicos, matemáticos, ingenieros, electricistas, como también biólogos y médicos. Varios años de formación especializada se necesitan para aprender nada más que lo ya descubierto y poder formar parte de uno de esos equipos, lo que implica un costo excesivo para los jóvenes estudiantes. La empresa en su conjunto es tan altamente costosa que ninguna universidad del mundo puede establecer un laboratorio moderno de investigación nuclear sin la ayuda financiera del gobierno. Y hay muy contados gobiernos capaces de costear un gran programa de esta naturaleza, en nuestros días de graves dificultades económicas. El resultado de esta situación es que la mayoría de los estudiantes y hombres de ciencia de todo el mundo tienen pocas posibilidades de participar en la más grande aventura científica del siglo XX.

La tarea inicial ha sido realizada por Europa. La Conferencia Europea de la Cultura, reunida en Lausana en 1949, fué la primera en recomendar la fundación de Institutos especiales europeos para todas esas disciplinas científicas cuyo costo excediese a los recursos de un gobierno cualquiera, y declaró concretamente la necesidad urgente de uno de esos Institutos para la física nuclear. En la Conferencia General de la Unesco, celebrada en Florencia (Italia), en 1950, el Profesor Isidor Rabi, de la Universidad de Columbia (Nueva York), propuso que la Unesco tomara la iniciativa para obtener la colaboración de los hombres de ciencia y de los gobiernos europeos con el objeto de establecer un Centro Europeo de Investigación Nuclear, utilizando sus recursos intelectuales y financieros combinados. Tres años después, o sea en julio de 1953, se firmó en el Ministerio de Relaciones Exteriores, en París, la Convención que crea la Organización Europea para la Investigación Nuclear, cuyo proyecto fué elaborado bajo los auspicios de la Unesco. Esta Convención entrará en vigencia cuando sean ratificadas las firmas por siete naciones.

La resolución adoptada por la Conferencia General de la Unesco, en Florencia, fué en realidad muy amplia, ya que autorizaba al Director General « a ayudar y dar estímulo a la formación y organización de centros regionales de investigación científica y de laboratorios, para incrementar y hacer más fructuosa la colaboración internacional de los hombres de ciencia que buscan nuevos conocimientos en esferas en donde los esfuerzos aislados de cualquier país son insuficientes para coronar la tarea ». En virtud de este amplio espíritu de ayuda, la Unesco ha patrocinado la fundación de un Centro Internacional de Cálculo Mecánico — que funcionará probablemente en Roma — en donde se pondrán modernos contadores electrónicos a disposición de los hombres de ciencia de los Estados Miembros. Al mismo tiempo, en el otro extremo del mundo — en la región de la India y del Pacífico — la Unesco se halla sentando las bases para el

establecimiento de un Centro Internacional de Investigación Oceanográfica.

Doce naciones tomaron parte en la discusión del proyecto de Organización Europea de Investigación Nuclear y se espera que muy pronto adquirirán el carácter de Miembros de la Organización. Esas naciones son: Bélgica, Dinamarca, Estados Unidos de América, Francia, Grecia, Italia, Noruega, Países Bajos, República Federal Alemana, Suecia, Suiza y Yugoslavia. Otros países pueden ser aceptados con el mismo carácter, mediante el voto unánime de los Estados Miembros. El costo de la Organización se ha calculado en 120 millones de francos suizos, o sea 28 millones de dólares, para los primeros siete años, incluso los gastos de construcción y funcionamiento. Esta cantidad será suministrada por los Estados Miembros, en proporción lo más aproximada posible a su presupuesto nacional de ingresos.

★

Durante el periodo de coordinación activa del trabajo de los centros nacionales de investigación — especialmente en teoría nuclear —, la nueva Organización tendrá su Laboratorio Central situado a cinco kilómetros, más o menos, al noroeste de Ginebra (Suiza), junto a la frontera francesa, en los terrenos cedidos por el Cantón ginebrino.

Desde hace un año y medio, cincuenta expertos — algunos de ellos asesores por tiempo limitado — se hallan elaborando los planos detallados de los edificios y de las potentes máquinas. El secretario general de ese personal especializado es el señor Eduardo Amaldi, profesor de Física Experimental de la Universidad de Roma. El grupo encargado del diseño del Laboratorio está dirigido por el Profesor Lew Kowarski, Director Científico de la Comisión francesa de la Energía Atómica, mientras el grupo que se dedica al estudio teórico tiene como guía al Profesor Niels Bohr, Director del Instituto de Física Teórica, de Copenhague. Hay además dos grupos especiales de estudio para el diseño de los dos más grandes aceleradores de alta energía. El grupo encargado del sincro-ciclotrón de 600 millones de electrón-voltios está dirigido por el Dr. C.J. Bakker, profesor de Física de la Universidad de Amsterdam, y el encargado del protón-sincrotrón de 25 mil millones de electrón-voltios está guiado por el Dr. Odd Dahl, Jefe de la Sección de Física Aplicada del Instituto Michelsen, de Bergen, Noruega.

La más pequeña de las dos máquinas tendrá la fuerza necesaria para generar los mesones, que podrán ser estudiados en todos sus detalles. Dispondrá de un electro-ímán de cinco metros de diámetro y 2.500 toneladas de peso, provisto de dos cofias imantadoras eléctricas que pesarán juntas, a su vez, 180 toneladas. El electro-ímán estará encerrado dentro de un espeso muro de cemento y cubierto por un domo del mismo material. En su totalidad,

costará 17 millones de francos suizos, o sea 4 millones de dólares, y se terminará su construcción dentro de cuatro años, es decir, que estará listo para funcionar en 1957 ó 1958.

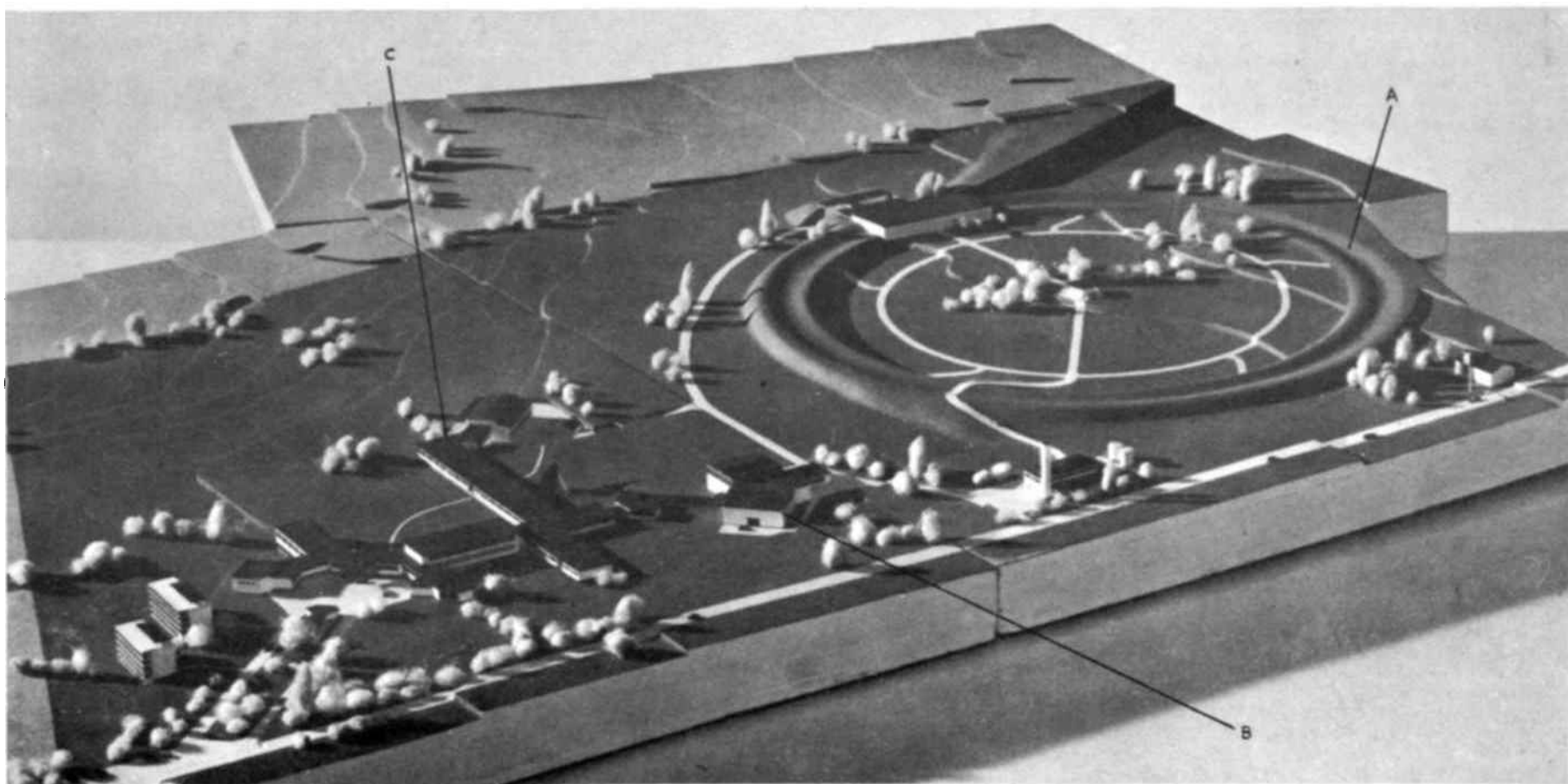
El protón-sincrotrón será mucho más grande y costoso. Generará partículas con una energía diez veces mayor que la suministrada por cualquier máquina existente en la actualidad y será la realización de un principio científico recientemente descubierto para el control de esas partículas. Será la primera máquina que producirá partículas con una energía análoga a la conducida por los rayos cósmicos desde el espacio exterior de nuestro planeta. Nadie es capaz de predecir los fenómenos que revelará esta máquina gigantesca, en la cual han depositado los expertos grandes esperanzas para penetrar los secretos íntimos de la materia y de la energía.

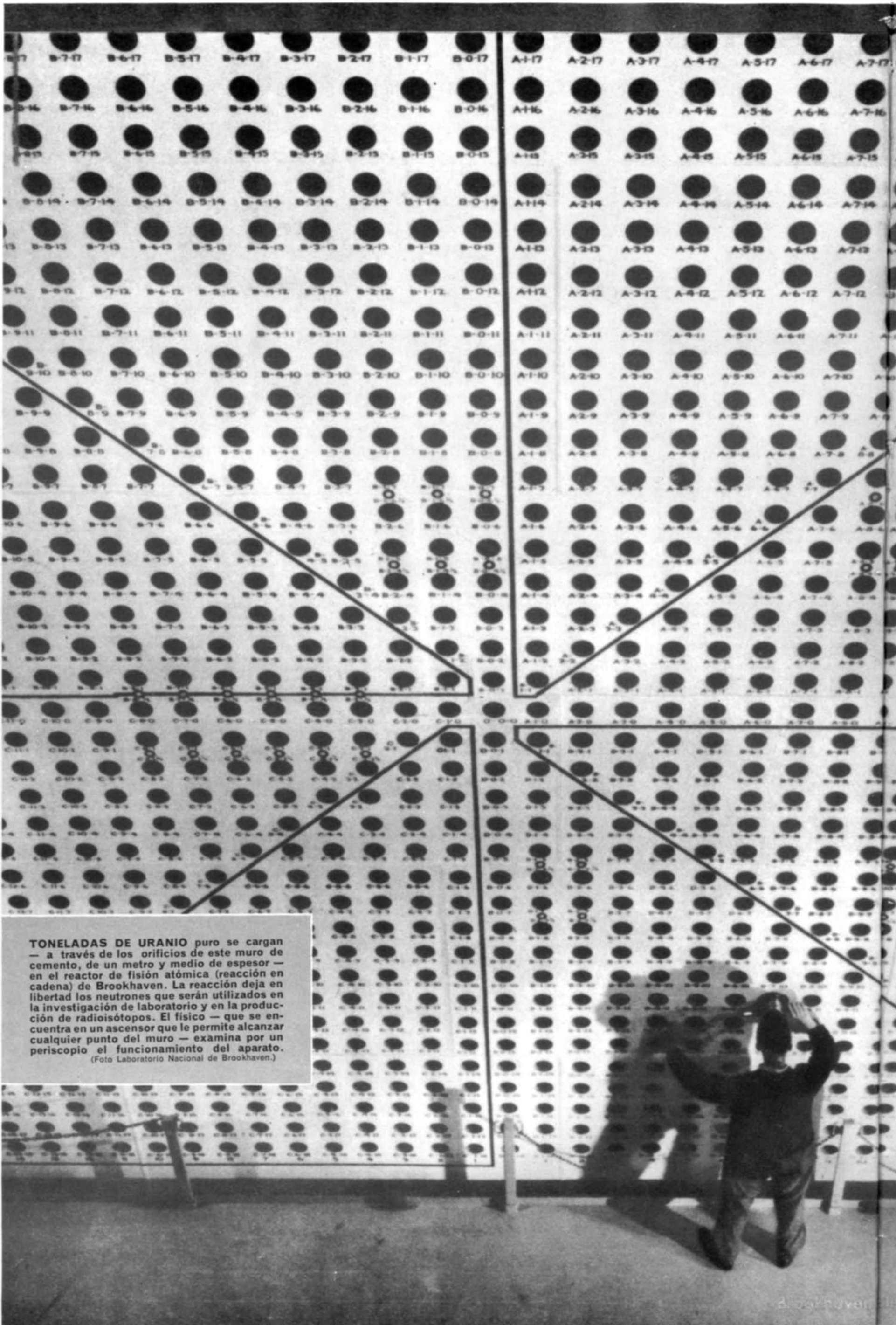
El gran imán del protón-sincrotrón será relativamente reducido, en relación con el conjunto y tendrá la forma de un círculo de 200 metros de diámetro. Estará instalado en un foso profundo y cubierto de una espesa capa de cemento. En cada recorrido del círculo, la partícula de alta velocidad recorrerá aproximadamente las 2/3 partes de un kilómetro, y en medio millón de vueltas — lo que requiere solamente algo más de un segundo — cubrirá una distancia equivalente a la que hay entre la tierra y la luna, a una velocidad semejante a la de la luz. En ese instante, la partícula de alta velocidad será el proyectil más energético producido por el hombre.

★

El protón-sincrotrón costará, más o menos, 55 millones de francos suizos, o sea 12 millones ochocientos mil dólares, y estará terminado dentro de siete años. No estará listo para funcionar sino en 1960. Es muy importante anotar que la Convención que establece la Organización Europea para la Investigación Nuclear declara como su finalidad primordial: « proporcionar los medios para la colaboración entre los Estados europeos en la investigación nuclear con un carácter puramente científico ». « No realizará ningún trabajo relacionado con las exigencias militares y dará a conocer mediante publicaciones o de otro modo accesible al público en general, los resultados de su labor teórica y experimental ». Esto quiere decir que la investigación nuclear que efectuará la Organización Europea no tiene ninguna vinculación con la guerra y que los resultados y conocimientos que se obtendrán no serán guardados en secreto sino que, por el contrario, se convertirán en patrimonio científico de la humanidad. En la práctica, esa labor será el comienzo de una nueva Era en la ciencia: la Era de la mayor cooperación entre los investigadores científicos — por encima de las fronteras nacionales y lingüísticas — y del esfuerzo común y pacífico para dominar los secretos de la naturaleza con objeto de aumentar los recursos de la humanidad.

He aquí la maqueta del futuro Centro Europeo de Estudios Nucleares de Meyrin (Cantón de Ginebra). En "A" se instalará el sincrotrón de protones, que será el acelerador más grande del mundo. El sincro-ciclotrón ocupará el sitio "B" y permitirá la medición precisa de las partículas de los núcleos. En "C" funcionarán los laboratorios y talleres.





**TONELADAS DE URANIO** puro se cargan — a través de los orificios de este muro de cemento, de un metro y medio de espesor — en el reactor de fisión atómica (reacción en cadena) de Brookhaven. La reacción deja en libertad los neutrones que serán utilizados en la investigación de laboratorio y en la producción de radioisótopos. El físico — que se encuentra en un ascensor que le permite alcanzar cualquier punto del muro — examina por un periscopio el funcionamiento del aparato.  
(Foto Laboratorio Nacional de Brookhaven.)

# 5 ISÓTOPOS

## ATOMOS RADIOACTIVOS PARA USOS PRACTICOS

**C**UANDO América fué descubierta, en 1492, la primera reacción del mundo civilizado fué de sorpresa ante la revelación de un Continente que, a pesar de sus grandes dimensiones, las innumerables tribus extrañas que lo poblaban y sus inmensas riquezas, había permanecido hasta entonces desconocido por los europeos. El mundo apareció más grande de lo que en aquel tiempo se pensaba, y ese fué el comienzo de las historias y relatos de aventuras y exploraciones, tras de las cuales vinieron las fundaciones y las colonias, para formarse finalmente las grandes naciones de aquel continente cuya población constituye hoy día la décima parte del género humano.

En las ciencias puras es análoga la historia de muchos descubrimientos. Despiertan éstos, al principio, un interés filosófico, fundado en la revelación ulterior y la complejidad y maravilla de la naturaleza. Luego adquieren categoría de historia apasionante de la conquista y de la comprensión humanas. Y, por último, los nuevos conocimientos son utilizados con provecho para la vida del hombre. Este es el proceso seguido a través de los años por la ciencia nuclear.

Los artículos precedentes de esta serie han explicado los fundamentos de la nueva ciencia que intenta el descubrimiento del mundo contenido en el átomo. Nos resta hablar sobre sus diversas formas de utilización, ya tan numerosas ahora. Aunque este descubrimiento se halla todavía en su infancia, sus aplicaciones prueban que se trata de uno de los más trascendentales acontecimientos de todas las épocas, comparable tan sólo a la invención del microscopio y de la máquina de vapor, en lo que se refiere a sus incalculables beneficios para la ciencia y la humanidad.

El uso más impresionante que se ha hecho de la ciencia nuclear —y que no puede ser olvidado— es su aplicación a los explosivos militares. Este hecho se halla presente en la memoria de los hombres, debido a que constituye un peligro espantoso y permanente para la humanidad; pero, en realidad, desde un punto de vista más amplio, tal aplicación no representa sino un aspecto de la nueva ciencia y se debió a necesidades puramente militares. Por un extraño azar, la ley física de que la energía se obtiene de un átomo de tipo especial, fué descubierta casualmente en los mismos días en que comenzaba la guerra más grande de la historia. Mas, en último término, el año de 1939 será recordado mucho más por el descubrimiento de la energía atómica que por la iniciación de la segunda guerra mundial.

Los estudios ya descritos de la estructura nuclear implican la utilización de inmensa cantidad de energía, concentrada en partículas de alta velocidad para obtener fragmentos nucleares muy pequeños y reducidos en número. Es un gasto considerable de energía sin ganancia alguna. Pero existe un caso en el que el átomo —desintegrado por la colisión con un neutrón— desprende más energía de la que recibe, y esto sucede con los metales relativamente poco conocidos, como el uranio y el torio. Su energía excesiva puede ser utilizada con fines de destrucción. Mas, cabe afirmar que, en el caso de su utilización futura, esa energía se empleará en gran escala con propósitos pacíficos. La industria va a entrar en la edad de la energía atómica, por lo menos en aquellos países que no poseen recursos petroleros o carboníferos.

Hoy, se sabe con exactitud que un kilogramo de uranio puede contener una fuerza o calor equivalente a 1.500 toneladas de carbón. Mas, esto no quiere decir que la energía procedente del primero sea más barata que la del segundo. Aun en el caso en que el uranio no costara nada, su energía seguiría siendo costosa, por motivo del alto valor de la maquinaria indispensable para producirla. En todos los lugares en donde el carbón y el petróleo tienen bajo precio y se encuentran a la mano, estos dos elementos serán la fuente principal de la potencia motriz de la industria. Y, por el contrario, allí donde el carbón es costoso debido a su transporte desde largas distancias, el combustible atómico resulta más provechoso, aún en la actualidad. En muchas naciones, el desarrollo de la gran industria aguarda la llegada de los motores atómicos que comienzan a ensayarse ahora especialmente para su utilización en las naves, a fin de eliminar su necesidad de grandes cantidades de combustible pesado.

Herbert V. Evatt, antiguo Delegado de Australia ante la Organización de las Naciones Unidas, dijo una vez estas acertadas palabras: «Hay naciones cuyas industrias están llamadas a decaer por falta de un combustible que reemplace al carbón como fuente de potencia motriz. Para tales países, aun los terrores de la guerra atómica pueden parecer más soportables que una economía en plena decadencia o un nivel de vida bajo. Hay otros países en donde los recursos de potencia motriz —independientes del transporte de grandes cantidades de carbón o la instalación

de grandes líneas de transmisión eléctrica— pueden extender nuevas zonas de desarrollo agrícola o mineral. Potencia motriz abundante, a bajo costo, es el sistema sanguíneo que da vida a la industria moderna. La energía atómica puede hacer florecer las comunidades de las regiones alejadas de las fuentes de potencia motriz. Tales países, para los que tiene gran urgencia la utilización

pacífica de la energía atómica, pedirán muy pronto que se les permita el acceso a los materiales e información que necesitan para desarrollar la energía atómica con fines pacíficos».

Aunque el mundo no ha llegado todavía al uso directo de la potencia motriz atómica, ya existen en la actualidad literalmente miles de aplicaciones de los rayos y de los materiales, generalizadas para beneficio común por el progreso de la física nuclear. Industria, agricultura, medicina y las ciencias biológicas se sirven ampliamente de esos rayos en forma de isótopos, variedad de elementos químicos comunes que no se encuentran en la naturaleza sino que son producidos por colisiones nucleares en el ciclotrón o por los neutrones que el uranio emite en los hornos atómicos. Más de 32.000 cargamentos de isótopos radioactivos y más de 2.000 cargamentos de isótopos no radioactivos o estables han sido enviados por la Comisión de la Energía Atómica de los Estados Unidos de América a más de mil instituciones de ese país, y 1.600 cargamentos de radioisótopos a 350 instituciones de otros 33 países. Muchas firmas industriales y miles de físicos de todo el mundo se hallan utilizando esos isótopos diariamente con fines prácticos.



**EN EL CENTRO DE INVESTIGACION ATOMICA DE HARWELL** (Reino Unido) un muro de ladrillo protege a los operarios contra las radiaciones nocivas desprendidas en el curso de las manipulaciones de elementos químicos radioactivos. Para colocar objetos en el crisol de isótopos (a la derecha), o para retirarlos, la prudencia ha impuesto el uso de largas pinzas.

(Foto Crown Derechos reservados.)



**LA MAYOR PARTE DE LOS ISÓTOPOS** se conservan en soluciones líquidas. Los expertos, protegidos por un muro espeso, operan mediante un espejo (los rayos radioactivos tienen una acción lateral y no vertical). Los recipientes son llenados y retirados gracias a un ingenioso sistema que ejecuta perfectamente...



...el trabajo de la mano del hombre. Los recipientes dentro de los que se expiden los radioisótopos se encuentran protegidos por copas de acero, de papel absorbente, de plomo o de cemento, según el género de radiaciones de que se trate.

(Foto Laboratorio Nacional de Oak Ridge.)

### Aplicaciones industriales

Una de las aplicaciones prácticas más características de los rayos procedentes de esos materiales radioactivos consiste en el control automático de la producción de láminas muy finas de papel o de material plástico, o de metal para la fabricación de botes de hojalata. Después de que la hoja sale de los rodillos que la adelgazan hasta la finura deseada, pasa a través de un aparato que contiene una pequeña cantidad de material radioactivo y un instrumento sensible como el contador de Geiger. Los rayos penetran la hoja y son recibidos y medidos en el lado opuesto. Mas, si la hoja —por alguna razón— no tiene el espesor deseado, y es más gruesa o más delgada, la cantidad de radiación recibida por el contador aumenta o disminuye instantáneamente, ya que la radiación es en parte absorbida por la hoja. De esta manera, el instrumento verifica automática y constantemente el espesor y puede ser adaptado fácilmente para graduar los rodillos y corregir el error, produciendo así hojas de espesor uniforme.

Otro ejemplo de la utilización directa de las radiaciones de los isótopos es el control del curso del petróleo a lo largo de las tuberías. Esas instalaciones pueden ser empleadas durante mucho tiempo para el aprovisionamiento de petróleo de un solo grado o variedad. Mas, por la tubería se hacen correr diferentes clases de petróleo, sucesivamente. En el extremo —en donde se recoge este combustible— los operadores tienen mucho interés en comprobar cuando comienza a fluir otra clase de petróleo en el otro extremo de la tubería. Esto se hace mediante la mezcla de una pequeña cantidad de petróleo radioactivo que se coloca en el límite entre las dos clases de petróleo: el que se halla fluyendo y el que comienza a fluir en la tubería. Cuando este petróleo radioactivo llega al extremo de recepción —tal vez a una distancia de muchos kilómetros— los contadores inmediatamente indican su presencia, de modo que pueden colocarse válvulas para llevar el líquido de un tanque a otro.

Hay un ejemplo más que ilustra la utilización de los isótopos en la investigación concerniente a la industria petrolera. En la actualidad, la Compañía Shell mide la fricción y deterioro de los motores mediante el procedimiento que consiste en exponer un émbolo al bombardeo de los neutrones hasta que una pequeña parte del acero se convierte en un isótopo radioactivo. Entonces el émbolo se emplea en un motor en funcionamiento. Conforme se gasta por la fricción, las partículas que se desprenden van a dar en el petróleo donde se sumerge la biela y ese petróleo es bombeado a través de un registrador muy sensible de radiaciones. La muy reducida cantidad de acero débilmente radioactivo es suficiente para poder ser medida y dar, en consecuencia, una indicación inmediata acerca del grado de deterioro del motor. Este método de comprobación evita el excesivo funcionamiento del motor y el fastidioso análisis del petróleo mediante el acero y, además, muestra en pocos minutos el efecto de los diferentes lubricantes. La Corporación de Investigación de California ha informado que, en procedimientos análogos, un programa de estudios de fricción que pudo haber durado sesenta años y costado un millón de dólares, se llevó a cabo según este método radioactivo en cuatro años y con un costo de treinta y cinco mil dólares. Otras empresas han aplicado este método para demostrar que la conducción de vehículos a gran velocidad en las carreteras origina solamente un tercio de gasto

(Pasa a la página siguiente.)

# EL "TRAZADOR" MULTIPLE OJO MAGICO DE LA INDUSTRIA LA AGRICULTURA Y LA MEDICINA

(Viene de las págs. 12-13)

del motor en relación con la conducción en las ciudades. No obstante, la finalidad principal de esta clase de investigaciones es la reducción de la fricción destructiva del acero y el mejoramiento de la lubricación.

Los rayos de los isótopos radioactivos son también de gran eficacia para originar la luminosidad de los materiales cristalinos utilizados en señales, registradoras y letreros.

Esos isótopos muy económicos han reemplazado en la actualidad al radio, tan costoso para ese empleo. Otra utilización ya consagrada es en los tubos fluorescentes ordinarios. Los isótopos, al mezclarse con el material luminoso intensifican la conductividad del aire en el tubo; hasta el punto que la lámpara necesita de menos voltaje para alumbrarse y se ilumina con mayor rapidez. Se utilizan igualmente los isótopos en los tubos de ciertos materiales débilmente radioactivos cuando hay peligro de que éstos reciban las chispas de la electricidad estática. Los débiles rayos hacen del aire un conductor de electricidad, en grado suficiente para que no pueda acumularse la estática.

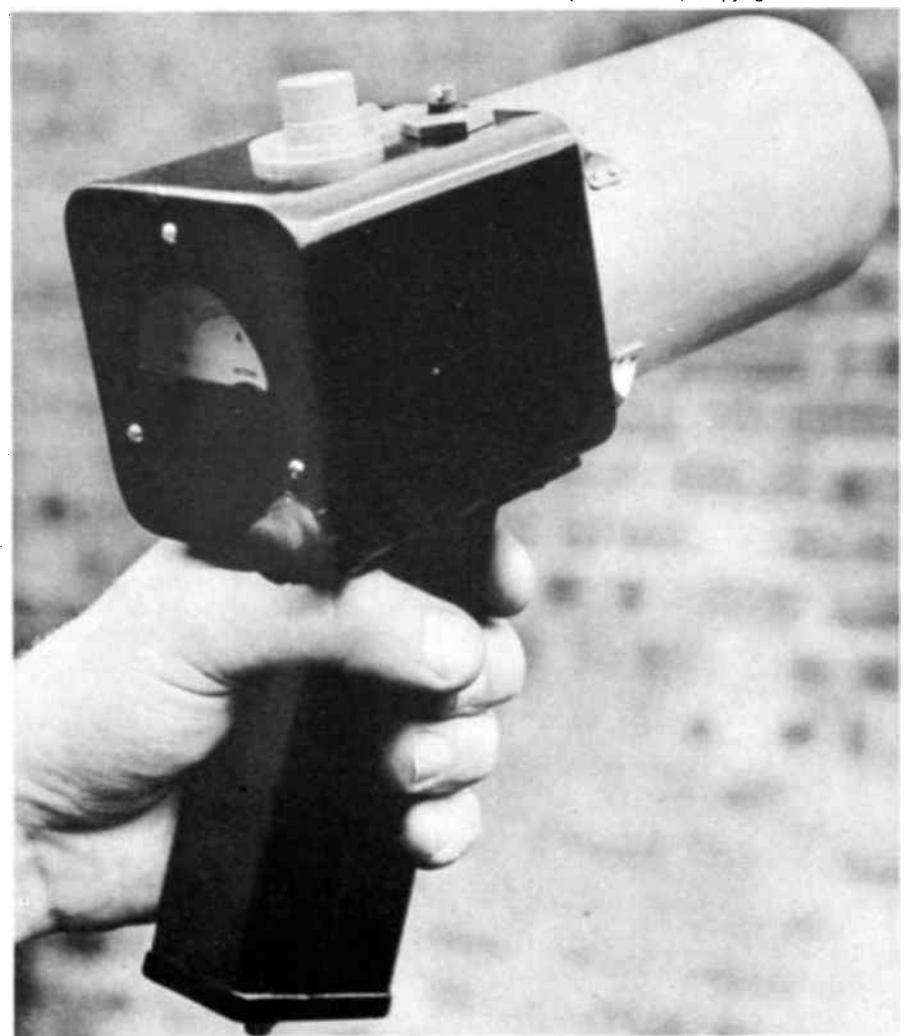
Hay la esperanza de que, en el porvenir, los isótopos se utilicen para formar un generador de electricidad de baja potencia motriz, de funcionamiento semi-permanente. Uno de los isótopos del estroncio, colocado en un electrodo dentro de un tubo neumático, emite electrones, luego, emite electricidad negativa y se convierte en cargas positivas. De esta manera se ha obtenido un alto voltaje de 365.000 voltios. Se hacen en la actualidad varios experimentos conducentes a utilizar este sistema de generar electricidad para hacer funcionar un pequeño motor de corriente directa que no necesite otra fuente de potencia motriz.

En otras industrias, comienzan a utilizarse igualmente los rayos penetrantes de los isótopos, en vez de los complicados métodos de los rayos X, para analizar la estructura de las piezas de metal. También se puede medir la altura de los líquidos en los tanques manteniendo un isótopo en un flotador sobre la superficie y examinando la posición de este flotador por los rayos que emite el isótopo a través de las paredes del tanque. Este método puede aún emplearse para medir la altura alcanzada por el metal derretido en un tanque de fundición.

## Utilización para alimentos y drogas

Los isótopos radioactivos que se emplean en los casos mencionados con anterioridad son tan sólo débilmente radioactivos, aunque en proporción suficiente para que su presencia sea señalada por el instrumento respectivo.

**ESTE PACIFICO PISTOLETE** es típico entre los instrumentos sanitarios que se usan en los trabajos con substancias radioactivas. Se utiliza para medir la intensidad de cualesquiera de los rayos beta o gamma en los laboratorios.



No poseen, sin embargo, una radioactividad tan potente que cause daño a los seres vivos. Pero, se puedan obtener también isótopos de extrema potencia. El cobalto metálico, por ejemplo proporciona un isótopo miles de veces más poderoso que el mismo radio, hasta el punto de que un pequeño vaso lleno de esta materia emite una radiación igual a la de un kilogramo de radio. Los rayos provistos de esa potencia pueden ser utilizados para destruir las bacterias y aun otras formas mayores de vida. Así, una de las posibilidades más interesantes es la esterilización de drogas, suministros médicos y alimentos mediante el sencillo procedimiento de exponerlos a la acción de los rayos de ese tipo de cobalto, durante algunos segundos o minutos. Puede lograrse la esterilización completa sin recurrir al calor, lo que es muy importante en el caso de las drogas que se descomponen al calentarse o de muchos alimentos cuya composición y cuyo sabor cambian al ser sometidos al sistema de esterilización por cocción.

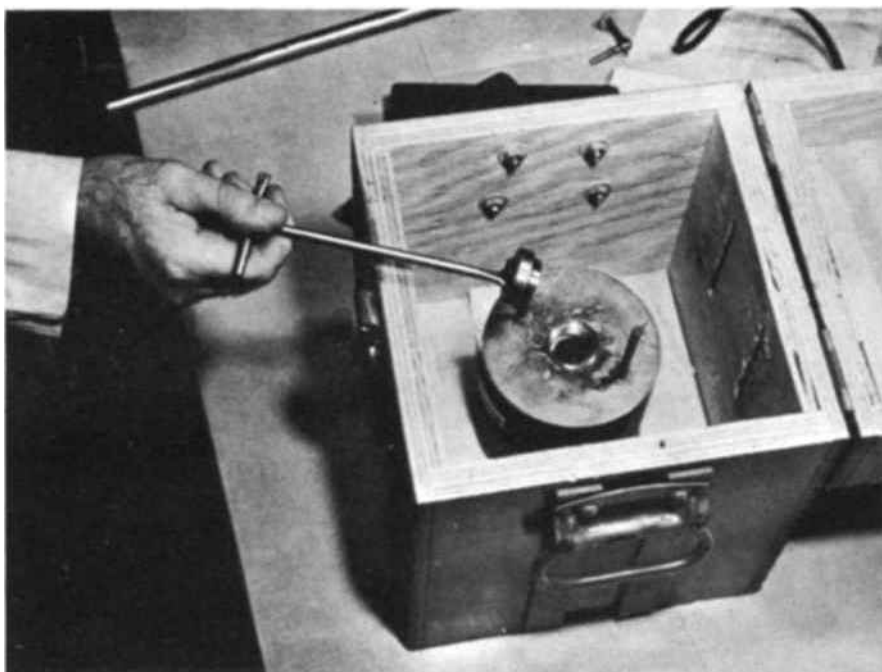
Tal vez la aplicación más inmediata de este nuevo método se la ha encontrado en la manufactura de penicilina, droga que se emplea hoy universalmente para la curación y prevención de los enfermedades infecciosas originadas por los microbios. La producción total anual de penicilina llega en la actualidad a representar un valor superior a cien millones de dólares. Como esta droga se emplea en el cuerpo humano, debe hallarse completamente desprovista de organismos vivientes; más no puede ser esterilizada con facilidad por el calor sin descomponerse en parte. Apenas disminuya el costo actual del cobalto radioactivo, se puede afirmar que muchos kilogramos de esa materia se utilizarán en la esterilización de la penicilina.

La producción de cobalto radioactivo tiene que aumentar grandemente y ser menos costosa para que este procedimiento pueda ser utilizado en la esterilización de los alimentos. En este caso, se podría emplear un foco de rayos muy penetrantes que esterilicen por completo el interior de cualquier vianda. Los alimentos en conserva —para mencionar un ejemplo— no son generalmente satisfactorios, debido a su falta de sabor y de estabilidad. Al ser esterilizados en frío, mediante los isótopos radioactivos, no se afectaría su sabor y permanecerían inalterables con la superficie así protegida.

Mayor aún sería la aplicación del cobalto radioactivo en la esterilización de frutos y vegetales frescos, los cuales se descomponen en breve. Al ser esterilizados en frío, mediante la radiación, conservarían íntegramente su sabor y, acondicionados adecuadamente, no se dañarían durante largos períodos de tiempo. La esterilización puede efectuarse inmediatamente después de la cosecha, y de este modo



**LOS ISOTOPOS RADIOACTIVOS** comienzan ahora a utilizarse en muchos aspectos de la industria, la medicina, agricultura y en las ciencias biológicas. He aquí un isótopo que se utiliza para extraer la nicotina en los cigarrillos. (Foto USIS.)



**COMO SE ABRE UN CARGAMENTO DE ISOTOPOS.** Una llave especial suministrada con el embalaje calza la parte superior del tornillo de un recipiente de acero limpio, para que, pueda separarse sin tocarlo con las manos. (Foto Crown, Copyright reservado.)

los vegetales y los frutos pueden exponerse en el mercado durante varios meses. Otro aspecto de este mismo método es el de la destrucción de organismos vivientes que pueden hallarse en la superficie de los alimentos. La cáscara de las frutas es un campo de descomposición, que permite el desarrollo de las bacterias. Será relativamente fácil esterilizar la piel o la cáscara y otras superficies sin emplear el calor. Este método se puede aplicar a las nueces, huevos, tomates frescos, manzanas, melones, uvas, naranjas y otras frutas. Como únicamente la superficie se halla esterilizada, el interior permanecerá inalterable y fresco durante meses. El mismo método se puede aplicar a los alimentos que vienen empaquetados, como los productos de la panadería, que actualmente se venden en muchos países envueltos en papel o materias plásticas. Un tratamiento radio-activo sobre la superficie los puede conservar largo tiempo.

La producción de isótopos radioactivos de esta potencia no es suficiente en el día para todas estas aplicaciones y su costo es igualmente muy alto; pero las ventajas que presenta para la industria de la alimentación impulsará a la intensificación de esa producción en mayores cantidades y a más bajo precio. Así como los combustibles atómicos se utilizarán para generar grandes cantidades de potencia motriz en la industria, también cantidades apreciables de isótopos radioactivos se volverán accesibles al público en calidad de subproductos.

## Utilización en la agricultura

No hay hasta ahora una aplicación directa de esos potentes rayos en la agricultura, la biología o la medicina, excepto en los casos en que se necesita la destrucción de la materia, como en la supresión del cáncer. No obstante, hay otra clase de aplicaciones numerosas de los isótopos radioactivos en esas disciplinas. El método que se emplea consiste en la utilización de elementos químicos que existen en las plantas, animales y alimentos, con la adición de una pequeña cantidad de los mismos elementos en forma radioactiva. Por ejemplo, el fósforo es una sustancia alimenticia necesaria y un componente de casi todos los abonos. Es muy fácil producir el isótopo del fósforo, que es débilmente radioactivo, y mezclarlo con el fósforo común en el abono. Como ese isótopo emite constantemente una radiación inofensiva que puede ser registrada por

instrumentos sensibles, resulta muy sencillo percibir la trayectoria del fósforo en el suelo y en la planta. En este experimento, el fósforo podría ser llamado «indicador».

De esta manera se ha obtenido una importante información agrícola. Los investigadores suecos han comprobado —por ejemplo— que el fosfato existente en un abono es absorbido por las raíces de la planta casi inmediatamente que ese abono se esparce en el suelo. Los investigadores agrícolas americanos, por su parte, han descubierto que las hierbas de pasto pueden absorber el fosfato esparcido sobre sus hojas y raíces, de modo que las dehesas antiguas pueden ser remozadas por el fosfato sin necesidad de ararlas previamente. Aun más interesante es el hecho de que el maíz, la remolacha, el tabaco y el algodón absorben el fosfato de los abonos tan sólo en su primera etapa de crecimiento. El abono que se esparce en la tierra, en épocas posteriores, o sea ya avanzada la estación, no tiene ningún provecho para esas plantas. Las patatas, por el contrario, absorben en grandes cantidades el fosfato de los abonos durante todo el tiempo de su crecimiento. Finalmente, se ha probado que el ácido fosfórico mezclado con el agua de riego es tan eficaz como el abono seco que se esparce en el suelo. Todos estos descubrimientos han sido posibles midiendo la cantidad de fósforo radioactivo dentro de la planta en crecimiento. Aunque esta proporción de fósforo es muy reducida —como una oveja negra en un rebaño— puede ser muy bien utilizada para medir y señalar la función de esa sustancia química en todas las plantas.

Otros muchos elementos indicadores, empleados de manera análoga, han suministrado valiosas informaciones al agricultor. Se ha visto que el potasio radioactivo, pintado en una rama de un ciruelo durmiente —en una temperatura bajo cero— penetraba en la savia y recorría algunos metros hacia arriba y hacia abajo, a pesar de que se supone que la savia permanece inmóvil durante el invierno. En el verano, en cambio, el fósforo recorre todo el camino hasta las raíces en veinticuatro horas.

Este método de los radioisótopos indicadores se aplica igualmente en el estudio de los insectos y los hongos. Se ha empleado la radiyodina para examinar la invasión del hongo de la encina seca, a través de las raíces, y desde la raíz de una encina a otra.



**VISTA GENERAL AÉREA** de un campo del Laboratorio Nacional de Brookhaven, Nueva York, que se utiliza para instalaciones experimentales con radiaciones nucleares. Se planta maíz y otros productos en surcos circulares alrededor de una fuente central de radiación con radiocobalto. Las mutaciones y demás cambios en la estructura celular de las plantas se inducen exponiéndolos a los rayos gamma emitidos por el cobalto radioactivo.

También se pueden colocar radioisótopos en los insecticidas. De esta manera se ha descubierto que las hojas de las plantas absorben los insecticidas solamente por el envés y durante el día. También este procedimiento ha servido para distinguir con más exactitud la reacción diferente de las plantas de hojas anchas y las de hojas estrechas ante las sustancias exterminadoras de maleza, como son los productos 2,4-D. Una planta de hojas anchas absorbe dichas sustancias y, en el tiempo de dos horas, queda completamente embebida, mientras las hierbas absorben una cantidad muy pequeña de insecticida, que permanece en el sitio sin filtrarse a toda la planta.

Aun la presencia de los mosquitos puede ser indicada por los radioisótopos. Las larvas de mosquitos, al flotar sobre una solución muy débil de radio-fósforo adquieren una radioactividad que les dura toda la vida y, por ese hecho, su presencia puede ser señalada por los contadores de Geiger. En nuestros días, comienzan a estudiarse por este método las costumbres de los mosquitos, con el objeto de saber cuánto tiempo viven, hasta qué distancia pueden volar y de qué sustancias se nutren. Se confía en que un sistema análogo, aplicado a la observación de las aves, proporcione datos valiosos sobre sus hábitos y, especialmente, sobre sus migraciones.

## Los radioisótopos de la medicina

El radio, con sus potentes rayos destructores de tejidos, se utiliza en el tratamiento del cáncer. Esos rayos tienen los mismos efectos de los rayos X; pero con frecuencia un cáncer que no puede ser alcanzado por un tubo de rayos X, es accesible a una pequeña esfera o tubo de radio. Los radioisótopos pueden ser empleados exactamente de manera igual; pero con la ventaja de que es mucho más grande la radiación obtenida y su costo mucho menor. El más común sustituto del radio es el radio-cobalto. Un diminuto cilindro de cobalto metálico—de una dimensión de un centímetro— produce en sus dos extremos rayos gamma, iguales a los de una partícula de radio cuyo coste asciende a muchos cientos de miles de dólares. Ese pequeño fragmento de cobalto, con un peso menor de una onza, se halla incrustado en metal de

considerable espesor; pero el intenso haz de radiación se proyecta por un pequeño orificio hacia la superficie cancerosa.

En otras formas, tanto el radio-fósforo como el oro radioactivo, se utilizan convenientemente para esta clase de tratamiento. Para el cáncer de la piel, se acostumbra emplear papel secante ordinario embebido de una solución de fosfato radioactivo y secado luego, el cual se aplica al tumor mediante un esparadrapo. El radio-cobalto puede cortarse en muy pequeños fragmentos y ser colocado sobre el cáncer. En cuanto al oro radioactivo, se le puede obtener en forma de pequeñísimos granos, los cuales son disparados dentro del cáncer por un diminuto «cañón». En estos dos últimos casos, los cuerpos radioactivos permanecen en el cáncer hasta destruirlo.

Otro método de tratamiento consiste en suministrar internamente el radio-isótopo, para hacerlo penetrar en el torrente sanguíneo. De la sangre, el isótopo es absorbido por el tejido. Cabalmente el tejido canceroso se diferencia del sano en que absorbe el radio-isótopo. En consecuencia, cualquier enfermedad en la que los glóbulos rojos se forman profusamente hasta obstruir los vasos sanguíneos, puede ser tratada por el radio-fósforo, que reduce radicalmente la producción de glóbulos rojos durante un período de un año, más o menos.

El elemento yodina es absorbido fácilmente por la glándula tiroidea, que lo emplea para producir la hormona llamada tiroxina. En la antigüedad, a los pacientes cuya glándula tiroidea era demasiado activa—hasta producir exceso de tiroxina—se les extraía parte de la glándula tiroide mediante una intervención quirúrgica. En nuestro tiempo, se logra igual resultado administrando al enfermo un vaso lleno de solución de radio-yodina. El efecto es el mismo, ya que la yodina se filtra en la glándula y allí emite sus rayos, que destruyen el exceso de tejido y actividad de la tiroidea. Sin embargo, ese exceso no tiene un carácter canceroso y el tratamiento de radio-yodina no llevará fácilmente a la destrucción del cáncer de la tiroidea.

En algunas de estas aplicaciones, los radioisótopos han sido altamente valiosos. No obstante, su principal empleo en medicina no es el tratamiento de las enfermedades sino la investigación científica, cuyo propósito es conocer el curso de los procesos químicos y fisiológicos en el cuerpo. Los isótopos utilizados de esta manera son aquellos que pro-

porcionan rayos débiles e inofensivos, cuyo paso puede ser fácilmente señalado por instrumentos sensibles. En algunos casos se emplean también isótopos no radioactivos, como el agua pesada, y su señalamiento requiere métodos más complicados.

## Descubrimientos en biología

Uno de los resultados primordiales en la utilización de los isótopos «indicadores» fué el descubrimiento de que todos los tejidos en el cuerpo se hallan en un proceso constante de renovación. Es natural creer que el cuerpo es una estructura estable que consume alimentos tan sólo para mantener su calor y reemplazar las partes deterioradas. Mas, esto se halla lejos de la realidad. Al consumir grasas en las cuales los átomos de hidrógeno han sido reemplazados químicamente por «hidrógeno pesado», la nueva grasa se deposita en las capas más espesas del organismo, mientras las grasas antiguas—ya existentes en él—son consumidas por el calor. De esta manera, las proteínas comestibles que contienen «nitrógeno pesado», al penetrar en el organismo restauran los tejidos, músculos y glóbulos de la sangre, mientras las proteínas ya existentes en el cuerpo se oxidan y expelen. Cada parte del cuerpo es, así, constantemente reconstruida por un intercambio frecuente de nuevas materias, procedentes de los alimentos que reemplazan las antiguas materias. En un tiempo relativamente corto, a veces semanas o meses, cada organismo humano o animal se reconstruye completamente. Aun los huesos son reconstruidos de esta manera y la única excepción entre los componentes orgánico es el hierro—especialmente en los glóbulos rojos— el cual no se reemplaza rápidamente con nuevos átomos de hierro en el proceso de la alimentación. Este fenómeno es fundamental para la vida, y probablemente no se hubiera descubierto nunca sin la contribución de los isótopos indicadores.

Los animales y las plantas se distinguen frecuentemente por sus átomos ordinarios y los isótopos indicadores.

El hecho de que actualmente haya más de seiscientos isótopos diferentes, algunos de los cuales en grandes cantidades, ha facilitado la investigación de un considerable número de reacciones biológicas, de modo que el método de los indicadores ha suministrado tantas informaciones acerca de los seres vivientes y

el proceso vital como el microscopio lo hizo en los primeros siglos que transcurrieron después de su invención.

La facilidad de esos procesos se debe en parte a que el átomo isotópico puede ser observado a lo largo de todas sus mutaciones. Por ejemplo, la función, actual de las vitaminas y el trabajo que realizan en la nutrición, se han puesto de manifiesto claramente por medio de este método. Uno de esos métodos es añadir radio-fósforo y radio-cobalto al medio de cultivo en el cual crece el moho *Streptomyces Griseus*. El moho absorbe los isótopos y los utiliza para producir vitamina B12. Los isótopos pueden ser señalados a causa de sus rayos tanto en el moho como en la vitamina que se produce ulteriormente. Este sistema hace posible el empleo de la vitamina radioactiva en la alimentación de los seres humanos y desde ahora podemos predecir su gran futuro en la química orgánica.

La investigación más promisoriosa es el estudio del proceso mediante el cual las plantas verdes fabrican su sustancia con el agua y el carbón-dióxido del aire. Esta reacción es fundamental para la vida vegetal, ya que las plantas verdes no pueden vivir sin ella y tanto los animales como los vegetales se nutren de esas plantas. Aparentemente, es una reacción muy sencilla, en la cual la molécula de agua y la de carbón-dióxido se combinan, pierden oxígeno y forman azúcares, féculas, celulosa y, más tarde, materias químicas mucho más complicadas. Nadie sabe cómo llega la planta a producir este fenómeno; y el hombre no es capaz de imitar artificialmente esta misma reacción. El hecho de poder disponer de un isótopo radioactivo de carbón ha proporcionado muchos datos interesantes y, es posible que en los próximos dos o tres años, se llegue a explicar la reacción completamente. Esto no quiere decir que el hombre pueda prescindir de las plantas para la producción de alimentos, sino, por el contrario, que la producción de sustancias nutritivas sirviéndose de las plantas puede mejorar inmensamente en el futuro. Una de las grandes necesidades de la humanidad es el fomento de los recursos disponibles para la alimentación, y la investigación de que venimos hablando ofrece la esperanza de que se duplicarán en los años venideros esos recursos.

La reacción implica la formación de gas de carbón-dióxido, que contiene una pequeña  
(Pasa a la pag. siguiente.)

# EL RELOJ DE LA NATURALEZA PARA MEDIR EL TIEMPO PASADO

(Viene de la pág. 14-15)

proporción del isótopo radioactivo del carbón. El producto es «carbón-dióxido pesado», y las plantas lo utilizan en presencia de la luz, exactamente como aprovechan del carbón ordinario. El resultado es la incorporación del carbón radioactivo a la materia misma de la planta, lo que puede ser observado inmediatamente. Cuando las hojas verdes de ciertas plantas se expusieron en un experimento a la acción del carbón-dióxido radioactivo, sólo por un minuto, se encontraron en la hoja por lo menos 50 compuestos distintos, unidos por radio-carbón. Al reducir a dos segundos el tiempo de exposición a la luz se encontró que la hoja había elaborado ya dos o tres compuestos con el carbón-dióxido del aire. Resulta que los primeros productos elaborados por la planta son compuestos de ácido fosfoglicérico, que no son sino etapas en la elaboración de azúcar, realizada por el fruto o la semilla. Después de dos minutos de exposición a la luz, los experimentos con radio-carbón mostraron que aun las proteínas y las grasas contenían nuevo carbón, tomado de la atmósfera. Las investigaciones detalladas de esas reacciones se encuentran en pleno desenvolvimiento y muy pronto se llegará a conocer el mecanismo completa de esta reacción fundamental de las plantas.

Mediante el estudio de diferentes plantas se sabe ahora que las primeras etapas de esa reacción son idénticas en todo el mundo vegetal. Unicamente, en una etapa ulterior el proceso cambia, ya que la producción de compuestos —como aromas, colores y sustancias químicas— es característica de cada planta. En el caso del alga verde, ha sido posible diferenciar la reacción entre las algas hasta obtener que la preponderancia de azúcar o de ácido málico se forme en una etapa inicial del proceso. Han continuado los experimentos para mostrar que la misma alga que normalmente contiene un 50 % de proteína puede ser alterada hasta producir un 75 % de grasa en vez de proteína. En realidad, el contenido de proteína puede variar desde un 7 % hasta un 88 %, mientras el contenido de grasa puede cambiar desde un 1 % hasta un 75 %. Al mismo tiempo, el carbón-dióxido puede encontrarse en una proporción que fluctúa de un 6 % a un 38 %. Esto abre, evidentemente, grandes posibilidades para la transmutación e incremento de los recursos alimenticios disponibles, tanto para los animales como para los seres humanos.

Experimentos análogos en el mundo animal han revelado un gran número de hechos desconocidos en lo que se refiere al metabolismo, o sea en el proceso químico que se desarrolla durante el fenómeno de la digestión y de la restauración orgánica. Esos experimentos han comenzado a realizarse en la Universidad de California (Estados Unidos de América), y en el Instituto Nacional de Investigación Lechera de Shinfield, Reino Unido, en la producción de la leche de vaca. La vaca es una máquina altamente eficaz para transformar las materias vegetales en valioso alimento humano, y su química puede ser igualmente mejorada por tales investigaciones.

A los progresos obtenidos mediante los radios isótopos se debe añadir un nuevo capítulo: los radio-isótopos proporcionan un método eficaz de medición del tiempo histórico. Por medio de ellos se han obtenido respuestas certeras a las interrogaciones formuladas sobre la edad de los árboles y de los animales —enterrados largo tiempo bajo las capas terrestres— y de los esqueletos humanos y arquitecturas de los siglos pasados. Los radio-isótopos han hecho posible la fijación del tiempo en que se desarrolló el Período Glaciar y pueden suministrar las fechas más aproximadas de muchos acontecimientos ocurridos en los últimos 30.000 años.

El método de medición se funda en el hecho de que existe una muy pequeña proporción de isótopos-radioactivos pesados del carbón en todo el carbón-dióxido de la atmósfera. Como todas las plantas restauran sus tejidos valiéndose de ese carbón-dióxido y como todos los animales lo respiran, la proporción de carbón radioactivo en relación con el carbón ordinario existente en todos los seres vivos

es la misma y es bastante conocida. Inmediatamente que un animal o una planta mueren, el intercambio de carbón con la atmósfera circundante cesa y el cadáver es enterrado y parcialmente conservado. Al ocurrir esto, sucede al mismo tiempo un lento cambio en la proporción de los dos isótopos. El isótopo-radioactivo descarga sus rayos y se vuelve inerte, hasta el punto de que su presencia no puede ser registrada. Pero este es un proceso a largo plazo. Cualquier cantidad de carbón radioactivo queda reducida a la mitad en 5.568 años, después nuevamente se reduce a la mitad de esta cantidad, o sea a la cuarta parte de la cantidad original, en otros 5.568 años. La cantidad que resta en el transcurso de 30.000 años, aproximadamente, es tan pequeña que no puede ser medida. No obstante, en esos 30.000 años se puede medir la radioactividad del carbón existente para compararla con el carbón total y así calcular la fecha en la cual dejaron de existir ese animal o esa planta. Mediante este sistema, es posible en la actualidad fijar la fecha exacta

trabajos de ingeniería en Alemania, encontraron un pozo que contenía los huesos de varias personas. ¿Se trataba de víctimas de la segunda guerra mundial, o de una epidemia de hace algunos siglos? Era fácil medir el radio carbón existente en estos restos óseos, y de esta manera se descubrió que ese lugar era una tumba colectiva que contenía muchas víctimas de la guerra de 1870.

En los últimos años, ha sido una cuestión apasionante la edad que podía tener el manuscrito del Libro de Isaías que forma parte del Antiguo Testamento. ¿Fue escrito ese extraordinario documento en los días del Profeta, o era una mistificación medioeval? Los análisis probaron que ese rollo había sido escrito hace dos mil años; pero no fue posible establecer si ese hecho sucedió antes o después de la vida de Cristo. Mediante ese procedimiento, la fecha más antigua de manifestación de la vida humana se ha fijado en la época que corresponde a la gruta de Lascaux en el Sur de Francia, lugar donde se encuentran las célebres pinturas del ya extinto

través del fondo oceánico hacia los trópicos, de modo que existe una circulación incesante.

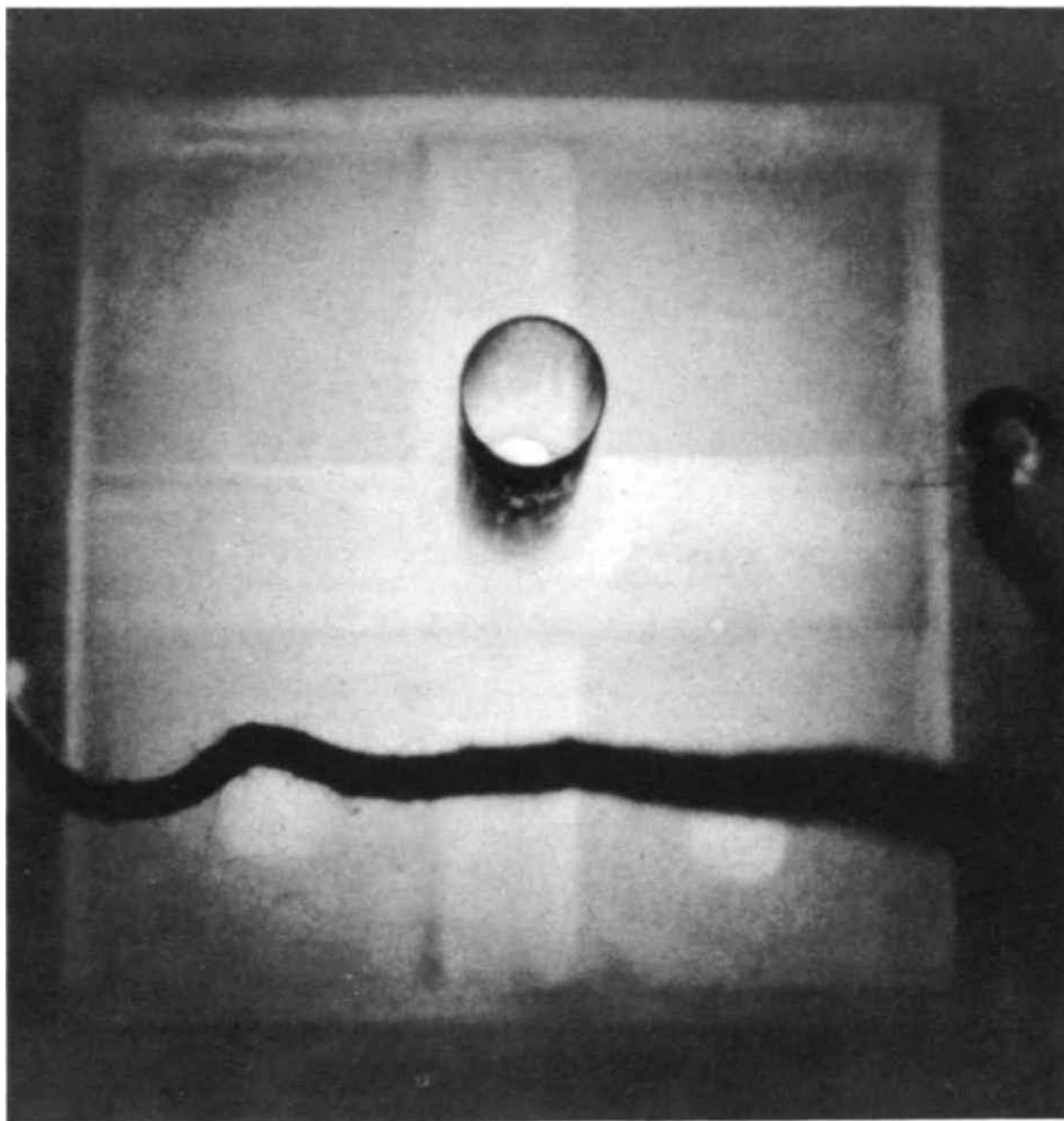
Las mediciones efectuadas en muestras de agua tomadas en las profundidades del Atlántico, frente a Terranova, han probado que la materia orgánica de esas aguas tenía una edad de más o menos 15.000 años. Esta operación planetaria de cambio de las corrientes oceánicas superiores, o sea de la superficie, hacia el fondo, y de las aguas inferiores hacia las superficies oceánicas se realiza en muchos miles de años.

Es de gran interés conocer la fecha de la última capa glaciaria que cubrió la Europa septentrional, Asia y América. Esa fecha ha podido ahora establecerse mediante la medición de la edad de los árboles y restos leñosos que existen bajo los guijarros depositados por el ventisquero: la invasión glaciaria se llevó a cabo hace once mil años. Desde entonces, casi simultáneamente, comenzó la retirada de los ventisqueros, la que no ha cesado hasta nuestro tiempo. Este fenómeno ha sido confirmado por el análisis del fango de la costa marítima, especialmente en los deltas de los grandes ríos. Durante el período glaciario, había mucha agua congelada en los ventisqueros, hasta el punto de que el nivel del océano era mucho más bajo que el actual. En la culminación del período glaciario, el nivel marino era 80 pies más bajo que en nuestra época; hace nueve mil años ese nivel era aún 70 pies más bajo; hace siete mil años, 50 pies; y hace tres mil años, 25 pies bajo el nivel actual. El nivel del océano se encuentra en ascenso permanente, conforme van mezclándose los hielos del ártico con los del antártico.

El método de los radioisótopos ha sido utilizado también para medir el grado de formación del «plankton», esa finísima materia vegetal y animal, que vive en el océano y que sirve de alimento a los peces más pequeños. Los investigadores, en una nave de exploración, descubrieron que, cada año, un metro cuadrado de agua oceánica produce un centímetro de plankton. Esto quiere decir que esa producción, sumando todas las regiones oceánicas, llega a 40.000 millones de toneladas de carbo-hidratos cada año, o sea una cantidad equivalente a la producida por todos los árboles y plantas de la tierra. Al mismo tiempo, se descubrió que la materia orgánica en los mares de la costa occidental de África es cuatro o cinco veces más abundante que en el Océano Índico. Esta clase de estudios ulteriores pueden utilizarse para determinar en los océanos las zonas más ricas de pesca.

Uno de los grandes problemas que ha sido resuelto hace tiempo es el de la edad de la tierra. Los cálculos han variado, durante el último siglo, desde algunos miles de años —según lo establecen los documentos bíblicos— hasta varios millones de años, de acuerdo con estudios ulteriores. El procedimiento más eficaz, aceptado en la actualidad en todas partes para medir la edad de la tierra, está fundado en la radio actividad del uranio y su lentísima transformación en plomo. Al medir la cantidad de uranio hoy existente junto con la cantidad de plomo formado por el primero y comparando ese dato con el grado conocido de transformación del uranio se ha encontrado que la edad de la tierra es aproximadamente de tres mil millones de años.

Como se ve, los radio-isótopos han abierto un nuevo capítulo de la ciencia al suministrar el instrumento más sensible para la medición del tiempo. Es impresionante la variedad de aplicaciones de los radio-isótopos en las ciencias exactas, la medicina, la industria y la agricultura. Sin embargo, hasta ahora el hombre puede disponer solamente de pequeñas cantidades de radioisótopos. Mas, cuando la potencia matriz atómica y, en consecuencia, los hornos atómicos, sean empleados por la industria en todo el mundo, aumentará también grandemente la producción de radioisótopos como subproducto de los hornos atómicos. Se puede asegurar, así, con fundamento, que la utilización directa de los isótopos y los descubrimientos científicos a que darán lugar, servirán para multiplicar los conocimientos y el poder del hombre en la naturaleza.



**DISPOSITIVO QUE CONTIENE COBALTO RADIOACTIVO**, utilizado en el Laboratorio de Brookhaven para el estudio y aprovechamiento de las radiaciones gamma. Esta fotografía ha sido tomada a la luz de esas radiaciones únicamente. La sombra negra representa una de las dos cuerdas que han servido para hacer funcionar el aparato.

en que la vida animaba aun esos esqueletos sepultados, la madera encontrada en las viejas arquitecturas, los restos de de leña de las hogueras prehistóricas y aun el material orgánico del cieno.

Los investigadores de la Universidad de Chicago han descubierto, mediante este método, que el carbón hallado en el antiguo caserío de Shaheinab, cerca de Kartum (Sudán), procede de los árboles que crecían allí hace 5.060 años, mientras las conchas de molusco encontradas en el mismo lugar habían sido retiradas del mar hace 5.446 años. En la región de Jarmo, en Irak, se hallan las ruinas de una antigua aldea, donde se pueden ver huellas de graneros primitivos y de una temprana economía basada en la fabricación de alimentos. Esas ruinas demostraron ser de hace 6.695 años. También se pudo observar que un dintel maya fue esculpido hace 1.470 años, mientras el famoso «Stonhenge» de Inglaterra data de hace 3.800 años, o sea cerca de dos mil años antes de Cristo. En Oregon se encontró un par de sandalias de cuerda en tan buen estado de conservación que parecían abandonadas sólo desde la víspera. El método de los radioisótopos demostró que esas sandalias tenían 9.000 años.

Este sistema sirve igualmente para identificar los artículos de fabricación reciente. Ese fue el caso de unos soldaditos que, al realizar

mamut lanoso. El examen científico ha demostrado que esta gruta fue habitada y utilizada por el hombre hace 15.500 años, aproximadamente. En Alaska, por otra parte, existen restos de la carne y pelambre del antiguo super-bisonte, que existió hace más de 28.000 años, y a pesar de ello se encontraba en tal estado de conservación que los perros árticos habían devorado esos restos en parte. Se sabe también, según este sistema, que la última gran erupción del volcán La Soufriere, en la isla de Guadalupe, ocurrió hace 550 años solamente.

Un problema permanente es el del origen del petróleo. Muchos especialistas han pensado que este combustible, bajo las rocas antiguas ha sido formado tal vez hace un millón de años; pero nuevos experimentos han demostrado que la formación del petróleo fue mucho más reciente, y que se acumula bajo la tierra en ciertos puntos favorables y no en los lugares donde los animales y las plantas —cuyos restos le dan origen— vivieron en un tiempo.

El más sorprendente descubrimiento es el de la circulación de las aguas en los océanos. En la superficie marítima el agua contiene una proporción normal de radio-carbón y de carbón ordinario; pero en las regiones árticas, el agua de la superficie tiende a moverse hacia abajo y a avanzar lentamente a



# La Televisión Japonesa en las Escuelas

por Henry Cassirer

A partir de comienzos de 1953 las emisoras de Tokio, de Osaka y de Nagoya han introducido la T.V. en los hogares japoneses.



En el mundo entero, los educadores siempre están en busca de nuevos métodos que les permitan apartarse de la rutina de la enseñanza, experimentar nuevos métodos vivos y medios de cautivar la imaginación y provocar el entusiasmo de la jóvenes. En el Japón se lleva a cabo actualmente un experimento de particular interés al respecto. Los maestros acaban de unir sus esfuerzos a los de la radio y de la televisión nacionales con objeto de determinar, juntos, el mejor medio de poner el mágico poder de la televisión al servicio de las jóvenes generaciones.

Se trata, en esencia, de determinar en qué medida el poder evoca-

do de la imagen animada puede ayudar al niño a asimilar nociones que hasta ahora, cualquiera que sea el talento del maestro, eran demasiado abstractas para que pudiera comprenderlas fácilmente el alumno. Ya se utilizaron con ese objeto fotografías y vistas fijas, el cine y la radio. Hoy, los maestros japoneses van más lejos aún. Siguiendo el ejemplo de maestros americanos, franceses y de algunos otros países, ponen a prueba las virtudes educativas de la televisión.

He aquí la forma en que proceden. Todos los días, a la una de la tarde, la cadena nacional transmite un programa de quince minutos

destinado a las escuelas, por las emisoras de televisión creadas a principios de año en Tokio, en Osaka y Nagoya.

En los alrededores de la capital se han seleccionado algunas escuelas de enseñanza elemental y secundaria del primer ciclo para servir de clases-testigo. Este es sin duda el aspecto esencial de ese experimento. En efecto, la televisión escolar es un medio, cuyas técnicas no se han puesto a prueba todavía. Antes de enseñar a los niños a sacar partido de la televisión, los propios realizadores de programas tienen que hacer su propio aprendizaje.

Ese aprendizaje no es de los más fáciles, como lo demuestra el caso siguiente: uno de los productores de la televisión escolar había realizado una serie de programas titulada: «Los Viajes de la televisión», cuyo objeto era mostrar a los niños los sitios más conocidos del país, desde el punto de vista de la geografía descriptiva. El procedimiento de presentación consiste en que dos niños, un muchachito llamado Terebi y una niña, Tereko, viajan por el Japón y conversan con los habitantes de las ciudades que visitan, lo que permite mostrar a los niños los monumentos y sitios característicos con comentarios apropiados; para dar mayor realce al programa, los papeles no estaban a cargo de actores sino de muñecos.

Contrariamente a lo que hubiese podido suponerse, los resultados de esa serie de programas no fueron muy buenos. Puede concluirse de la lectura de los informes enviados por los maestros que la atención de los niños fué enteramente monopolizada por los muñecos y que, en consecuencia, el mensaje que se trataba de transmitirles, es decir la imagen y la explicación geográfica, no alcanzó a los jóvenes espectadores.

En cambio, otros programas alcanzaron mucho éxito. Por ejemplo, «La comprensión del arte clásico», emisión destinada a alumnos del segundo grado, realizada con la colaboración de museógrafos o de un crítico de arte, entusiasmó a los jóvenes. En el curso de esa serie, fueron presentadas las mejores obras clásicas; la cámara atraía el ojo sobre sus aspectos más notables, ayudando a establecer comparaciones, mientras un comenta-

rista daba las explicaciones necesarias y un fondo de música clásica ayudaba a crear el ambiente apropiado.

Cabe mencionar también una emisión destinada a los niños de seis a siete años: «Juguemos con los ritmos», verdadero curso de rítmica y danza, especialmente apropiado para las posibilidades de la televisión. Señalemos asimismo programas sobre ciencias y anatomía en los cuales la televisión lleva a los niños las riquezas de laboratorios absolutamente inaccesibles para la inmensa mayoría de las pequeñas escuelas del mundo.

Allí pueden contemplar la realización de experimentos que requieren un equipo o material muy costoso para poder ser llevados a la práctica en sus propias escuelas.

En otro programa de mucho éxito, llamado «Estado actual de la naturaleza» se proporcionaron a los niños explicaciones de varias características geográficas, como la formación de los volcanes, el origen de las altas y bajas mareas y otros fenómenos naturales. Los realizadores del programa utilizaron, además de fotografías, películas, modelos y experimentos, varios objetos reales que, a veces, fueron examinados al microscopio. De esta manera, aunque se limitó la escala de los experimentos por motivo de las escasas facilidades del estudio de televisión, se alcanzaron muy buenos resultados.

En el programa «La Estructura del Cuerpo» se mostraron en sesiones separadas las funciones del corazón, pulmones, estómago, etc. También en este curso anatómico, los resultados fueron excelentes ya que había un continuo movimiento en los cuadros de la pantalla. Se dió especial atención a los experimentos en el estudio de televisión.

Cada semana, el «Club del Sábado» ha presentado ante públicos juveniles varios programas de teatro, ballet, música instrumental, coros, gimnasia y recitación a cargo de grupos semi-profesionales de niños o de alumnos de las escuelas.

La televisión se presta perfectamente para esa labor educativa. Es práctica y atrayente. Para las jóvenes generaciones japonesas, es un medio nuevo y viviente que contribuye en gran medida a la obra de los maestros y de los libros.



Al lado de los programas regulares que los japoneses contemplan, de acuerdo con su tradición, sentados en sus esteras, las estaciones emisoras difunden programas de T.V. escolar que agregan a la enseñanza un elemento útil y atractivo.

Fotos Rodiodifusión Japonesa (N.H.K.)





# LA TRANSFORMACION TECNICA Y LA NECESIDAD ESTETICA

¿EL progreso técnico es un arma de doble filo? En el número de «El Correo», correspondiente al mes de julio último, intentamos contestar a esta pregunta poniendo de manifiesto los peligros que puede provocar un trastorno tecnológico en los países que se suelen llamar «insuficientemente desarrollados». En una carta

dirigida a la Redacción de «El Correo» —cuyo texto transcribimos a continuación— el Sr. David Hardman, antiguo Miembro del Parlamento británico, se interesa particularmente en el aspecto espiritual del problema, o sea en «las necesidades estéticas de la sociedad civilizada». Agradecemos al señor Hardman el interés con que sigue nuestros trabajos.

Muy señor mío :

EN mi carácter de lector asiduo de «El Correo», desde su fundación en 1948, espero que se me permita felicitar a los redactores por su número de julio último. Como se recordará, ese número contenía una colaboración notable del distinguido antropólogo Dr. Alfred Metraux sobre los peligros que trae consigo todo cambio técnico, y ocho páginas dedicadas a los problemas humanos que se plantean fatalmente con la industrialización en los pueblos que no han tenido todavía un desarrollo suficiente. Es un buen síntoma del trabajo vital de la Unesco en esa esfera el hecho de que «El Correo» preste una atención creciente, desde hace tres años, a la mutación tecnológica del mundo y consagre en 1953 casi todo un número a una sagaz y detenida reflexión sobre tan importante problema.

No obstante, creo necesario añadir algunas consideraciones sobre «las necesidades estéticas de la sociedad civilizada», aspecto que no se examina suficientemente en las respuestas que se dan a la pregunta fundamental formulada por el Dr. Metraux y los redactores de «El Correo»: ¿la transformación técnica produce la ruina o la prosperidad? Cuando hablo de «sociedad civilizada» me refiero, naturalmente, a los efectos civilizadores de la industrialización. En Occidente, hemos aprendido, por amarga experiencia, que una revolución industrial puede proporcionar grandes beneficios a la humanidad y, al mismo tiempo, despojarla de sus riquezas espirituales. Nuestro tiempo clama por una industrialización que sepa crear su propia cultura y conserve igualmente con el mayor celo las culturas del pasado. Debemos advertir a los países del Oriente Medio, del Extremo Oriente y de África —que se hallan aplicando con fervor los métodos científicos y técnicos a sus propias condiciones económicas— de las omisiones y fracasos que hemos experimentado durante ese proceso en el Occidente.

Nadie puede detener, ni desea detener, los cambios que se operan en el mundo. La única vía de salvación para que los pueblos de la tierra se liberen de la pobreza, aumenten sus recursos alimenticios, mejoren sus condiciones higiénicas y consigan el bienestar social y físico en todos los aspectos, es el adelanto técnico mediante métodos científicos; pero la necesidad fundamental del espíritu humano exige que esta industrialización sea humana en alto grado. El poeta inglés Robert Bridges decía que la población de los otros lugares del planeta había «visto la Electricidad iluminar el Occidente». Dejemos que el género humano aproveche de su resplandor y se oriente entre las sombras.

La vida del hombre no se apoya tan sólo en la tecnología y en la ciencia sino también en el arte y en la religión. Alfred Whitehead, gran filósofo, educador y matemático, dice que estas cuatro disciplinas «se relacionan entre sí y proceden

La tecnología y la ciencia no son las únicas preocupaciones del hombre. También anhela el alimento espiritual del arte y tiene sed de religión. Copyright. Biblioteca del Congreso, Washington.

de la mentalidad integral del hombre». Si la meta de la ayuda técnica es el bienestar humano, limitado a su aspecto físico, tenemos que recurrir a la ciencia aplicada. Pero si se quiere evitar el profundo malestar psicológico y espiritual de las grandes ciudades industriales del Occidente, habrá necesidad también de buscar la panacea en las artes y en la cultura humanística. La ciencia ha dirigido la atención humana hacia las cosas, en oposición a los valores. Aunque sea un motivo de orgullo el hecho de que la civilización industrial del Occidente comenzó con la revolución industrial en Inglaterra, hay que confesar que esa transformación ha dejado un rastro de males, contra los que ha tenido que batallar el hombre de ese país durante los últimos cincuenta años. Esos males han sido originados principalmente por los errores estéticos del materialismo científico y por la natural ignorancia de los hombres, que se ha intensificado en los últimos tiempos. Como dice Whitehead en su libro «La Ciencia y el Mundo Moderno», al hablar del sistema industrial embrionario en Europa y América: «Un punto en que debo insistir es la ceguera con que aun los mejores hombres de ese tiempo miraban la importancia de la estética en la vida de la nación. No creo que hemos llegado todavía a establecer su justo valor».

Ya afirmé una vez, al hablar en Londres en 1946 acerca de este problema —que ha sido después comentado, en 1948, por T. S. Eliot en sus «Notas para una definición de la Cultura»— que la época del industrialismo y de la democracia ha señalado el fin de muchos grandes tradiciones culturales de Europa, y que muchas veces la fortuna y el poder han sido obtenidos mediante la explotación de la ignorancia y la codicia. Como resultado de esta situación, la mayoría del pueblo, en el mundo contemporáneo, es educado solamente a medias, y hay un inmenso vacío cultural que se extiende de Amé-



Sólo el progreso técnico y científico permitirá a la población del mundo mejorar sus condiciones de vida, pero la industrialización debe ser lo más humana posible. (Foto Naciones Unidas.)

rica a Europa y de Europa al Asia. Eliot explica que la «educación a medias» es un fenómeno moderno: «En las edades antiguas no se podía decir que la mayoría era «educada a medias» o algo menos, ya que el pueblo tenía la educación necesaria para desempeñar las funciones para las que estaba destinado. Sería incorrecto calificar a un miembro de una sociedad primitiva o a un agricultor de cualquier época como «educado a medias» o «educado sólo en una cuarta parte» o «en una fracción menor». El peligro supremo de la industrialización deshumanizada sería la desaparición de la diversidad de las comunidades humanas y de las culturas muchas veces seculares —de gran valor dentro de la odisea del espíritu humano— y su reemplazo por una cultura contemporánea sin raíces en el pasado. El hombre «educado a medias» —según el concepto de Eliot— será el heredero universal de la tierra.

El Dr. Metraux hace algunas observaciones sobre el peligro que resulta de la impaciencia de los representantes más cultos de las razas de color «quienes protestan de modo vehemente cuando los hombres blancos les aconsejan conservar sus costumbres tradicionales». Esta advertencia es muy oportuna. La potencia indispensable para obtener el bienestar del género humano puede provenir de la ciencia y de la tecnología; pero la felicidad —como lo han probado varias culturas del mundo a través de miles de años de tentativas infructuosas— es una planta frágil que requiere para fortalecerse la inspiración de las artes y del sentimiento religioso.

★

Si se quiere evitar el aspecto antiestético y el malestar que reinan en los centros industriales de Occidente deberá darse atención —en todos los lugares donde se introduzca la tecnología— a los proyectos de la ciudad y del campo, a la arquitectura, al diseño de los artículos de uso diario (especialmente de los que se producen en serie). Los proyectos comunales no deben tener únicamente una finalidad técnica sino también cultural. Las escuelas y los colegios de adultos —y no tan sólo los templos— deben ser los centros de irradiación de la vida espiritual y estética. Y cuando hablo de escuelas y de colegios no pienso exclusivamente en la educación teórica —grave mal de la educación comunal en el Occidente— sino en la actividad experiencia de primera mano y observación directa estrechamente identificadas ya con la Ayuda Técnica, como lo muestra el número de julio último de «El Correo».

Factor vital de la educación es la actividad de los niños y de los adultos que ejecutan la obra con sus propias fuerzas. Y esto se aplica por igual a la obra intelectual y estética como a la material o física. Todos aquellos que trabajan en la Ayuda Técnica deben prestar atención no sólo al fenómeno del choque de la tecnología sobre las comunidades primitivas sino también a la terrífica influencia que ejercen las distracciones pasivas del Occidente: el cine, la radiodifusión y, últimamente, la televisión. Estos elementos pueden servir —y en efecto sirven— para fomentar la educación estética y espiritual, pero también pueden ser peligrosos al producir la uniformidad cultural, la abolición de la iniciativa individual o de grupo y la implantación de su tiranía mecánica sobre el mundo armonioso de la estética.

Muy atentamente.

DAVID HARDMAN.



**D**enle ustedes a mi hija Margarita, que tiene doce años, y que como yo vive en Estocolmo, una brújula y un mapa; díganle que a pocos kilómetros de distancia hay un lago estudiando donde acostumbran a jugar las hadas y los duendes del bosque, y a donde puede ir de merienda con sus amigas; o, simplemente, indíquenle que el grupo puede salir a visitar una granja, a cinco kilómetros del sitio en que se encuentra, para ver docenas de pollitos recién nacidos, y el grupo saldrá a campo traviesa y encontrará por su cuenta el lago a la granja que le interesa.

No llegarán de la manera más rápida o más fácil, pero con su brújula y su mapa encontrarán un camino seguro y sin posibilidad de perderse. Un conocedor de la región podrá tomar por una carretera cómoda y llegar al sitio señalado en menos tiempo que ellas. Pero la cosa es que Margarita y sus amigas, criadas todas en la ciudad, se manejarán en el campo con la misma soltura que una bandada de patos al lanzarse al agua. Esto se debe a sus conocimientos de un juego — y al mismo tiempo materia de estudio — que en las escuelas de Suecia se llama «jugar a orientarse». Con su «Silva» (la brújula simple con transportador que todos los chicos en Suecia parecen poseer y que Margarita recibió como regalo al cumplir nueve años), la lectura de los mapas, el hallazgo de los mojones elegidos en la ruta y el arte de seguir un curso determinado de antemano, son cosas que para ellas no tienen dificultad alguna.

El extraordinario desarrollo de este juego es una de esas cosas que demuestran lo mucho que puede hacerse en el terreno de la educación aplicando con inteligencia una idea sencilla. «Orientering», como la llaman los suecos, fué en principio la forma de encontrar uno el camino con un mapa y una brújula, pero con el tiempo se ha transformado en algo mucho más importante. Desde que se la hizo materia de enseñanza obligatoria en las escuelas, su valor, desde el punto de vista educativo, ha aumentado considerablemente.

Como todas las cosas que se refieren a la educación y al deporte, el juego — y estudio — así denominado da mejores resultados cuanto más temprano se empieza y más joven sea el discípulo. Por ello, en las escuelas suecas, a donde los niños concurren a partir de los siete años, los primeros principios se imparten en el primer año de la enseñanza. Esto se logra por medio de una serie de juegos a los que los niños se entregan tanto dentro de la clase como al aire libre, y cuyo objeto es, sencillamente, darles un sentido de dirección y observación.

Los diagramas y los planos son, en realidad, mapas. Esta es una idea que se inculca a los niños desde un comienzo. Los alumnos dibujan un diagrama del salón de clase, un mapa de la escuela y los terrenos que la rodean, y luego un mapa de verdad, con líneas y puntos de referencia muy sencillos. En seguida se cultiva la medición de distancias, y la práctica que representan los paseos después de clase y las excursiones de los domingos amplía muy pronto el interés de los niños en este sentido.

En los dos o tres años siguientes, los escolares aprenden a leer los símbolos de los mapas grandes. La lección de «orientación» se transforma luego en lección de geografía, con incursiones en la topografía, las matemáticas, la geometría, el dibujo, la redacción de informes y el estudio de la naturaleza.

La experiencia realizada por los maestros de Suecia y de otros países europeos en este terreno proporciona una serie de indicaciones interesantes sobre el uso docente de este juego de orientarse.

«El dibujar mapas sencillos — dice un maestro rural sueco — es, en mi opinión, la mejor manera de iniciar a los niños en el estudio de la geografía. A los pequeños parece entusiasmarlos tanto la idea de dibujar mapas como la de dibujar muñecos, casas y animales. Partiendo del plano del salón de clase o de los jardines de la escuela, pronto se acostumbrará a considerar las tierras que le rodean como si las viera en un mapa. Es fácil, de entonces en adelante, estimular su interés y su comprensión de aquellos mapas que representan el país entero, y luego el mundo.»

Otro maestro me ha recalcado el interés que esta materia nueva tiene desde el punto de vista de los estudios sociales: el niño se ve estimulado por ella a aprender mucho más de lo que haría en otras circunstancias acerca del sitio — aldea o ciudad — en que vive, el país del que es oriundo y los aspectos diferentes de otros países remotos.

1-2-3) En Suecia nadie se sorprende de encontrar en pleno campo grupos de niños que van a la aventura, provistos de una brújula y de un mapa. Es verdad que estos niños se divierten, pero al mismo tiempo se instruyen, pues «orien-

En un informe elevado a las autoridades escolares de Estocolmo, un tercer maestro subraya otro aspecto del valor que la «orientación», como materia escolar, tiene desde el punto de vista didáctico: al inducir al niño a observar los puntos de referencia, tanto en los mapas como en la realidad, se hace buen uso de su capacidad para describir lo que ve. Este maestro observó que, si se dejaba a los niños encontrar el camino por su cuenta, estaban mejor dispuestos a escribir una composición en que relataran lo que veían. En la historia de los puntos de referencia elegidos — castillos, monumentos, posadas, etc. — y en el paisaje que los rodeaba, los niños encontraban siempre nuevos motivos de interés.

Los educadores de Suecia y del Canadá se han preocupado por hallar otros métodos prácticos para aprovechar la enseñanza obligatoria de la «orientación» dirigiendo a los niños hacia otros estudios. Al principio se cree más conveniente no abrumar a los alumnos pequeños con explicaciones difíciles sobre la brújula y sus aplicaciones geométricas mientras se enseña su uso en clase. (Un maestro descubrió que, en vez de hablar de 360 grados, sus alumnos se referían a los caminos y carreteras por el número que les correspondiera en la brújula: el 99 indicaba así el este, el 180 el camino que iba al sur de la localidad, etc.). En etapas más adelantadas interviene el uso de la geometría para tomar rumbo y medir alturas y distancias, y se la aprende con doble interés por haber visto lo útil que resulta esta materia en la práctica cuando se tiene un mapa y una brújula en mano.

Las posibilidades de combinar la «orientación» con el estudio de la naturaleza, la botánica y la vida de los animales son cosa de que tanto los maestros como los alumnos se dan cuenta fácilmente. Las notas tomadas en una larga excursión a través del campo han contribuido a enriquecer las repercusiones de esta materia, considerada en principio como un juego y que, aun ahora, la mayor parte de los que la practican creen, primordialmente, una distracción y una diversión para los escolares.

La idea que dió origen a este deporte hace treinta años constituyó en sí un interesante adelanto desde el punto de vista educativo. Al Comandante Ernst Killander, director de un grupo de «boy-scouts» y de asociaciones juveniles en Suecia, le preocupaba el tiempo que los niños y muchachos pasaban en presenciar encuentros deportivos, en vez de practicar el deporte de una manera activa. Un domingo por la mañana indicó a los muchachos que le acompañaban en un campamento un objetivo que pudieran alcanzar con ayuda de una brújula y un mapa topográfico de la región, dándoles al mismo tiempo libertad para llegar al punto señalado como quisieran: por los caminos principales o atravesando montes y valles. La idea tuvo gran éxito, y actualmente los Suecos consideran la «orientación» como un deporte nacional, lo mismo que el «golf», el «football» y el «cricket» en Gran Bretaña, el «hockey» en el Canadá y el «baseball» en Estados Unidos.

Actualmente más de 350.000 personas (entre las que se cuentan 135.000 adultos) toman parte todos los años en Suecia en concursos nacionales de «orientación». En la provincia canadiense de Ontario el juego se ha transformado en materia de enseñanza obligatoria en las escuelas. Además de los manuales publicados en Suecia sobre la materia, acaba de editarse otro, lleno de divertidas ilustraciones, en Alemania y Suiza, y los folletos ilustrados acerca del manejo de la brújula «Silva», que proporcionan instrucción elemental sobre la lectura de mapas, se publican ya en cuatro o cinco idiomas.

La utilidad práctica de la «orientación» va, pues, mucho más allá del deporte, los juegos y el ejercicio. Cada vez se reconoce más el valor que tiene desde el punto de vista educativo. Los guardabosques, los soldados destacados en el interior, los exploradores, cazadores y pescadores, los buscadores de minas, los ingenieros y los hombres de ciencia, los amantes de la naturaleza y los artistas, todos ellos encuentran en la «orientación» la manera de aguzar y perfeccionar sus habilidades y conocimientos, así como un motivo para tener mayor entusiasmo por las materias de su particular afición.

Y para los niños de la edad de mi hija Margarita, el juego constituye una manera de empezar a tener confianza en el campo y los espacios abiertos, un deporte espléndido y una manera interesantísima de descubrir el mundo que los rodea.

**Yves DU GUERNY**

tering» — palabra sueca que significa arte de orientarse — es un curso que figura en el programa de todas las escuelas de Suecia, y que va tomando cada vez más importancia en el Canadá. (Fotos Unesco.)

## "ORIENTERING..:"



4-5) La palabra «Insjön» quiere decir en sueco «el lago». Allí se pasea los domingos este niño de la escuela de Enskede, cerca de Estocolmo. En la clase, gracias a indicaciones cartográficas muy simples, el niño indica en el encerado las diferentes etapas de su excursión lacustre.



## ...CON BRUJULA Y MAPA



# NOTICIAS DE TODAS PARTES

**RELACIONES RACIALES:** En la Universidad central africana, que se halla actualmente en construcción en Salisbury, Rodesia del Sur, se establecerá una cátedra sobre relaciones entre las razas, filosofía política y otras materias afines y la tarea del profesor titular será estudiar los problemas de las sociedades multiraciales y buscar soluciones conducentes a la armonía entre las razas. La cátedra será costeada con fondos suministrados por los Coloquios del Africa Central que forman parte integrante de una organización mundial no política, cuyos propósitos son análogos a los de la Organización Rotaria Internacional. Los iniciadores del proyecto creen que la armonía racial será el fundamento del progreso pacífico en todo el mundo y están convencidos de que la investigación y la enseñanza sin obstáculos, en una atmósfera de libertad y buena voluntad, pueden producir una más amplia comprensión mutua en todos los lugares del mundo en donde conviven pueblos de diferentes razas, creencias y costumbres.

La Universidad del Africa Central, cuya piedra liminar fué colocada en julio de este año, estará abierta a todos los estudiantes sin discriminación de raza, religión o color.

**★ LENGUAS VERNACULAS:** El Instituto Internacional Africano ha catalogado 369 lenguas o dialectos en los territorios angloafricanos únicamente. Por su parte, un experto en la materia ha señalado en Sudamérica 94 grupos lingüísticos y 558 lenguas, aproximadamente. En la India, se encuentran en uso más de cien lenguas diferentes, y catorce son reconocidas como lenguas oficiales regionales. La existencia de estos varios centenares de lenguas ha creado un enorme y complejo problema para los maestros que tratan de aplicar el principio, muy bien fundado, de que la educación de los niños en edad escolar y los adultos analfabetos es más eficaz cuando se la imparte en la lengua materna del alumno. La Unesco, teniendo en cuenta estos problemas, publicó hace poco un libro de 154 páginas, titulado «Utilización de las lenguas vernaculas en la enseñanza» (1). Esta obra no sólo presenta un análisis de varias formas de resolver el problema y una documentación considerable, sino que contiene además una bibliografía clasificada y un índice, como también una lista y un ensayo de clasificación de las lenguas que se hablan actualmente en el mundo.

**MUSICA:** La Federación de Centros Rurales de Música, cuya finalidad es impartir la más amplia educación musical a los niños que asisten a las Escuelas rurales, acaba de abrir cerca de París un Centro de formación para los maestros de música que viajan por este país y trabajan en pequeñas comunidades rurales. Los cursos de este Centro comprenden las siguientes materias: historia de la música, armonía, trabajo instrumental, canto, clases corales y coreografía. También se dan lecciones de cultura general, con visitas eventuales a los teatros y conciertos, conferencias sobre el arte dramático y la dirección teatral, estudios sobre las actividades rurales en lo que se refiere al cine y al teatro y, finalmente, métodos de enseñanza.

**★ FABRICACION DE PAPEL:** En Teko (North Island), se construye actualmente una fábrica de papel en gran escala — la primera de Nueva Zelanda — que funcionará mediante la energía proporcionada por el calor de las profundidades de la tierra y comenzará a producir desde octubre de 1955. Esta fábrica será única en la historia de la elaboración de papel, ya que el vapor de alta presión para la calefacción y el funcionamiento de las turbinas productoras de fuerza eléctrica será suministrado en forma inagotable por las fuentes termales. Este sistema significa el ahorro anual de centenares de miles de dólares solamente en el costo del carbón.

La madera se traerá de un bosque, situado a 63 kilómetros de distancia.

En el sitio donde se halla la fábrica se construirá una nueva ciudad. La maquinaria producirá 75.000 toneladas de papel de periódico y 36.000 toneladas de pulpa cada año, es decir, lo suficiente para satisfacer las necesidades de Nueva Zelanda y exportar el excedente para otros países del Pacífico.

**EDUCACION TECNICA:** En el Cantón de Berna se ha inaugurado una Escuela de industria maderera, la primera de este género en Suiza. La Escuela posee una maquinaria completa y su programa incluye cursos ordinarios de formación, cursos ad hoc y cursos resumidos para especialistas, según las necesidades de la industria maderera.

**★ EDUCACION SUPERIOR:** Los representantes de más de cien universidades de América y España se reunieron recientemente en Madrid y Salamanca. Entre las cuestiones discutidas figura la equivalencia de títulos y diplomas universitarios, el papel del humanismo en la formación universitaria y la coordinación de las investigaciones universitarias y científicas.

**JOVENES CIENTIFICOS:** Los alumnos de la escuela secundaria de Watford, cerca de Londres, hicieron este año una excursión al Mar del Norte para recoger datos científicos sobre vientos, olas y mareas, y algunos ejemplares de la flora y la fauna submarinas. Los jóvenes se embarcaron en seis barcos pesqueros, en el puerto de Grimsby, en compañía de su maestro de geografía, de un biólogo y un auxiliar. El propósito de esta excursión fué comprobar si los jóvenes eran capaces de hacer un uso práctico de la enseñanza que habían recibido y realizar investigaciones verdaderamente útiles.

**★ ESTUDIOS EN EL EXTRANJERO:** De una encuesta de la Unesco aparece que 85.000 personas por lo menos dejaron su país de origen para estudiar en las universidades del extranjero durante el año pasado. En 1951-1952, la América del Norte y Europa juntas recibieron el 38 % del número total de estas personas, correspondiéndole a cada una de estas regiones un porcentaje análogo.

estudios han sido llevados a cabo de acuerdo con un plan establecido por la Fundación Carnegie para la paz internacional. El Director de este Plan, Dr. Howard E. Wilson estima que hay actualmente más de 600 Clubs de relaciones internacionales, y entre 200 ó 300 Clubs de las Naciones Unidas y de Gobiernos del Mundo, con un total de afiliados que llega más o menos a 100.000 estudiantes, relacionados con los colegios y universidades de América. Hay de este modo un gran cimiento sobre el que se puede construir la enseñanza internacional.

**★ LECCIONES DE AGRICULTURA:** El Ministerio de Agricultura de España ofrece varios premios a los maestros con el objeto de desarrollar la enseñanza agrícola en las escuelas primarias. Estos premios serán concedidos a los maestros primarios que logren de la mejor manera transmitir a sus alumnos el amor por la agricultura.

**INTERCAMBIOS ESCOLARES:** Durante el año pasado, más de 5.600 niños y niñas de la Sajonia Inferior, República Federal Alemana, se hallaron en correspondencia epistolar con niños del extranjero, según informe del Ministerio de Educación. En el mismo año, el número de maestros secundarios llegó a 664 — en comparación con 287 en 1951 — y los alumnos de las escuelas secundarias que pudieron permanecer en el extranjero llegaron a la cifra de 3.946, en comparación con 1.929, en el año de 1951.

**★ MANUALES DE LECTURA:** El Departamento de Educación de la

los Estados Miembros algunas ideas sobre las medidas que podría tomar. Sugiere, entre otras cosas, la organización de estudios comparados sobre el papel del deporte en los diversos sistemas educativos. Los Estados Miembros habrán de pronunciarse asimismo sobre la posibilidad de que esas iniciativas se lleven a efecto en el marco de un acontecimiento deportivo internacional como los Juegos Olímpicos de 1956.

**FESTIVALES DE MUSICA:** Las mejores interpretaciones musicales europeas estarán en breve al alcance del público norteamericano gracias a grabaciones de larga duración realizadas durante los festivales musicales. Ya, dieciséis entre los principales festivales europeos han aceptado en principio ese plan patrocinado por el Centro Cultural Europeo de Ginebra. Las grabaciones se distribuirán en forma comparable a la que utilizan los clubs literarios en aquel país.

**★ LIBROS EN SISTEMA BRAILLE:** El Instituto Nacional para los Ciegos ha comenzado a ensayar en Inglaterra un nuevo método de impresión de libros en el sistema Braille — el método del «punto único» — que triplica la rapidez del actual sistema de relieve por un costo inferior al antiguo en un 60 %. Este método, al ponerse totalmente en uso, imprimirá cinco mil hojas por hora. De esta manera, después de amortizar el costo inicial de la maquinaria se rebajará considerablemente el precio de impresión de los libros en Braille.

El procedimiento consiste en imprimir los signos acostumbrados del Braille mediante una especie de punto en materia plástica, el cual después de ser secado por un sistema especial de rayos infra-rojos, queda incrustado en el papel. Con esta forma de impresión, es posible utilizar los dos lados del papel. Los libros en sistema Braille serán, en consecuencia, más baratos y menos voluminosos, pues pueden ser impresos en cualquier papel, por fino que sea. (Unesco.)

**ARTE PARA TODOS:** El arte penetra hoy en las fábricas y en los buques noruegos gracias al impulso de una sociedad conocida bajo el nombre de «El arte en el taller», a la que pertenecen unas cincuenta compañías industriales. Ese grupo ha creado unas cincuenta pequeñas exposiciones que circulan por las fábricas del país. En el «Buenos Aires», el más moderno de los grandes barcos mercantes, reproducciones de cuadros de artistas noruegos contemporáneos adornan todos los camarotes. Otro buque, el «Moria», se ha decorado enteramente con acuarelas y grabados.

**★ VUELOS DE ESTUDIO:** Ciertos cursos de la Facultad de Ciencias de la Universidad de París se dan regularmente en avión. Esa iniciativa se tomó hace ya algunos años. Se dieron cuenta las autoridades científicas que el estudio, desde un avión, de las condiciones atmosféricas y de los rayos cósmicos, resultaba muy provechoso ya que los estudiantes aprenden mucho más durante un solo vuelo que en muchas horas dedicadas al estudio de mapas. Hasta ahora esos vuelos de estudio sólo se han hecho sobre territorio francés pero ya las autoridades de la Sorbona han sido invitadas a organizar excursiones aéreas en Suiza y Suecia. Se preparan también investigaciones aéreas del mismo tipo sobre los territorios de Holanda y Bélgica.

**NECESIDAD DE MAESTROS:** La Costa de Oro introdujo el año pasado la enseñanza obligatoria, un paso verdaderamente avanzado en país cuya administración autónoma tiene aún pocos años de existencia. Para que esta medida educativa tenga éxito, el principal problema que se debe resolver es el del escaso número de maestros primarios. Con este objeto se proyecta abrir seis nuevos colegios de formación de maestros y extender la matrícula en los otros seis colegios que existen en la actualidad. De esta manera será posible efectuar la formación de seis mil maestros primarios cada año.

**★ ENSEÑANZA GRATUITA:** El Gobierno de Cachemira acaba de anunciar que el presente año escolar comenzará a regir la ley que establece que todas las escuelas serán enteramente gratuitas, « desde el jardín de infantes hasta el doctorado ». Se cuentan actualmente en Cachemira diez escuelas superiores y trescientas cuarenta y nueve escuelas primarias, con un total de 110.000 alumnos.

## EL ALMUECIN INVITA A LOS CREYENTES A LA VACUNACION

**E**l almuecín que hace su aparición en los minaretes de Irak todos los días, ha añadido una innovación a su canto secular con que invita a los creyentes a la plegaria. Esta innovación consiste en un llamamiento para la vacunación de BCG, formulado por medio de altavoces instalados en los minaretes y destinado a los musulmanes que entran a las mezquitas con sus alfombras rituales enrolladas bajo el brazo.

Esta es la primera vez en la historia que los almuecines de Kut, Kufa y Nedjef hacen la radiodifusión de asuntos profanos con el mismo tono de los acontecimientos religiosos. Se puede considerar este hecho como un signo de la importancia que da Irak a la campaña contra la tuberculosis — enfermedad contra la que quiere preservar a su pueblo — y no se ha descuidado ningún método de propaganda eficaz que pueda informar a la población de los esfuerzos emprendidos por la UNICEF (Fondo Internacional de Socorro a la Infancia).

Irak es uno de los seis Estados del Oriente Medio y se cuenta entre los 32 países del mundo ayudados por las vacunas, transporte y suministros farmacéuticos de la UNICEF y que han entrado fervorosamente en la lucha contra la tuberculosis, guiados por la orientación técnica de la Organización Mundial de la Salud.



(Photo copyright Editions Arthaud, Paris.)

**T**EAATRO AL AIRE LIBRE! Un teatro al aire libre, de grandes dimensiones, será construido en Tasquillo, Hidalgo, México, para contribuir a las actividades de educación fundamental de la Misión del Instituto de Asuntos Interamericanos Indígenas en el Valle de Mezquital. Los espectáculos y comedias que se darán allí serán basados en las tradiciones de los indios otomíes, pero con aplicaciones a la higiene y a las mejores condiciones de vida.

**★ ESPERANTO:** A comienzos de este año se iniciaron en Zurich las clases de esperanto, en forma de un curso de extensión universitaria. Análogas clases se impartieron en otras ciudades europeas. Todas las clases se atuvieron al mismo programa, y así los estudiantes pudieron corresponder entre sí y establecer amistad.

**ENSEÑANZA INTERNACIONAL:** Setenta y cinco instituciones de enseñanza superior se hallan realizando estudios, en los Estados Unidos de América, acerca de la forma de hacer más eficaces sus servicios para fomentar la comprensión internacional. Han analizado la manera en que se imparten sus cursos de lenguas, geografía y ciencia política a la luz de las condiciones actuales del mundo y en tales materias como intercambio de estudiantes, formación en el servicio exterior, investigaciones y educación de adultos. Estos

Comunidad Británica ha comenzado a publicar una serie de manuales ideados especialmente para los niños aborígenes de los territorios septentrionales de Australia. Estos manuales, con ilustraciones en color, y un cuidadoso vocabulario inglés van acompañados de material y notas para la enseñanza activa, y son el resultado de tres años de experimentos pedagógicos.

**ALFABETIZACION:** En las comunidades mexicanas en donde no existen suficientes facilidades educativas, se han creado más de 7.000 centros colectivos de alfabetización, según lo anuncia el informe oficial publicado con motivo del cuarto aniversario de la expedición de la ley que establece en México la campaña obligatoria contra el analfabetismo. También se han fundado otros 3.000 centros diferentes para complementar el trabajo de las escuelas oficiales. Se calcula que durante los cuatro años que ha durado esta campaña se han enseñado a leer y a escribir a más de tres millones de adultos.

**★ DEPORTES:** La Unesco acaba de pedir a sus sesenta y nueve Estados Miembros hagan sugerencias sobre la mejor manera de utilizar los deportes con fines educativos. También pide la Unesco se le informe respecto de lo que ya se hace en esa materia en los diversos países. Somete a

(1) «Utilización de las lenguas vernaculas en la enseñanza», 154 páginas. Precio: 1 dólar; 6 chelines; 300 francos. De venta en las Agencias de la Unesco, o directamente en la Casa Central, 19, avenue Kléber, París (16).

Arte primitivo  
en imágenes santas

# ENLACE DE CIVILIZACIONES



“LA CENA”, manuscrito ilustrado del Museo Británico de Londres; data del siglo XII. La imagen está copiada de una serie que ilustra la vida de Cristo. De todos los manuscritos siríacos iluminados que se han conservado hasta nuestro tiempo, “La Cena” es el más extraño por la inhabilidad y el candor del dibujo. Evoca ciertos frescos del Egipto cristiano, pero al mismo tiempo posee un matiz de modernidad que le acerca a ciertos audaces ensayos contemporáneos. Los semblantes de sus personajes que miran con grandes ojos asombrados, producen en quien los contempla un verdadero encantamiento. (Clisé del Museo Británico.)

**N**ADA importante pensó el género humano durante la Edad Media —ha dicho Victor Hugo— que no quedase escrito en la piedra.»

Con esta frase, el autor de *Nuestra Señora de París* no sólo ha dado su razón de ser a la multitud de personajes y de escenas que sirven de ornamento a los pórticos de nuestras catedrales, o animan los vidrios multicolores de los vitrales, sino que al mismo tiempo, con la intuición del genio, descubre el valor educativo que

por el abate Jules Leroy

tuvo la imagen hasta la invención de la imprenta.

En este sentido, la Edad Media se extiende mucho más de lo que se considera habitualmente. Va desde las primeras manifestaciones de la «cultura» del hombre prehistórico que pintó los frescos de Altamira o de Lascaux hasta la aparición de una nueva forma de expresión del pensamiento. Hasta entonces, la

escritura era patrimonio de los doctos. Suponía en quienes la conocían una ciencia que los convertía en los personajes más activos del Estado, y por eso ha podido decirse acertadamente que las civilizaciones antiguas eran civilizaciones de escribas y sacerdotes, poseedores exclusivos unos y otros de la ciencia de la escritura. El pueblo, para adquirir conocimientos, no tenía otro recurso que escuchar la enseñanza oral o descifrar en los bajorrelieves y

(sigue página siguiente)



“CANONES DE EUSEBIO” o “CONCORDANCIAS DE LOS EVANGELIOS” (Año 1177). Los dibujos marginales, inspirados en los mosaicos del pavimento, se distinguen por su estilo helenístico pleno de poesía y no tienen el carácter religioso de los dibujos que ilustran los libros litúrgicos. (Clisé L. Jalabert.)



“LA RESURRECCION DE LAZARO” (Año 1216-1220). Tema inspirado en la iconografía bizantina. La influencia oriental se muestra en los semblantes y en los trajes de la época. El movimiento realista del dibujo contrasta con el hieratismo de las pinturas de Constantinopla. (Clisé del Museo Británico.)



“LA NATIVIDAD». Ilustración de un manuscrito en el cual el pintor, siguiendo la norma bizantina, ha agrupado todo lo que se relaciona con el nacimiento de Cristo: Anuncio a los pastores, Adoración de los Reyes Magos, Baño del recién nacido... Es un ejemplo significativo del contacto del arte bizantino con el árabe pre-mongólico, del que se encuentra la huella especialmente en el semblante de los tres reyes. (Clisé del Museo Británico.)

# EL MATIZ ARABE EN EL ARTE CRISTIANO DEL PROXIMO ORIENTE

(Viene de la pág. anterior)



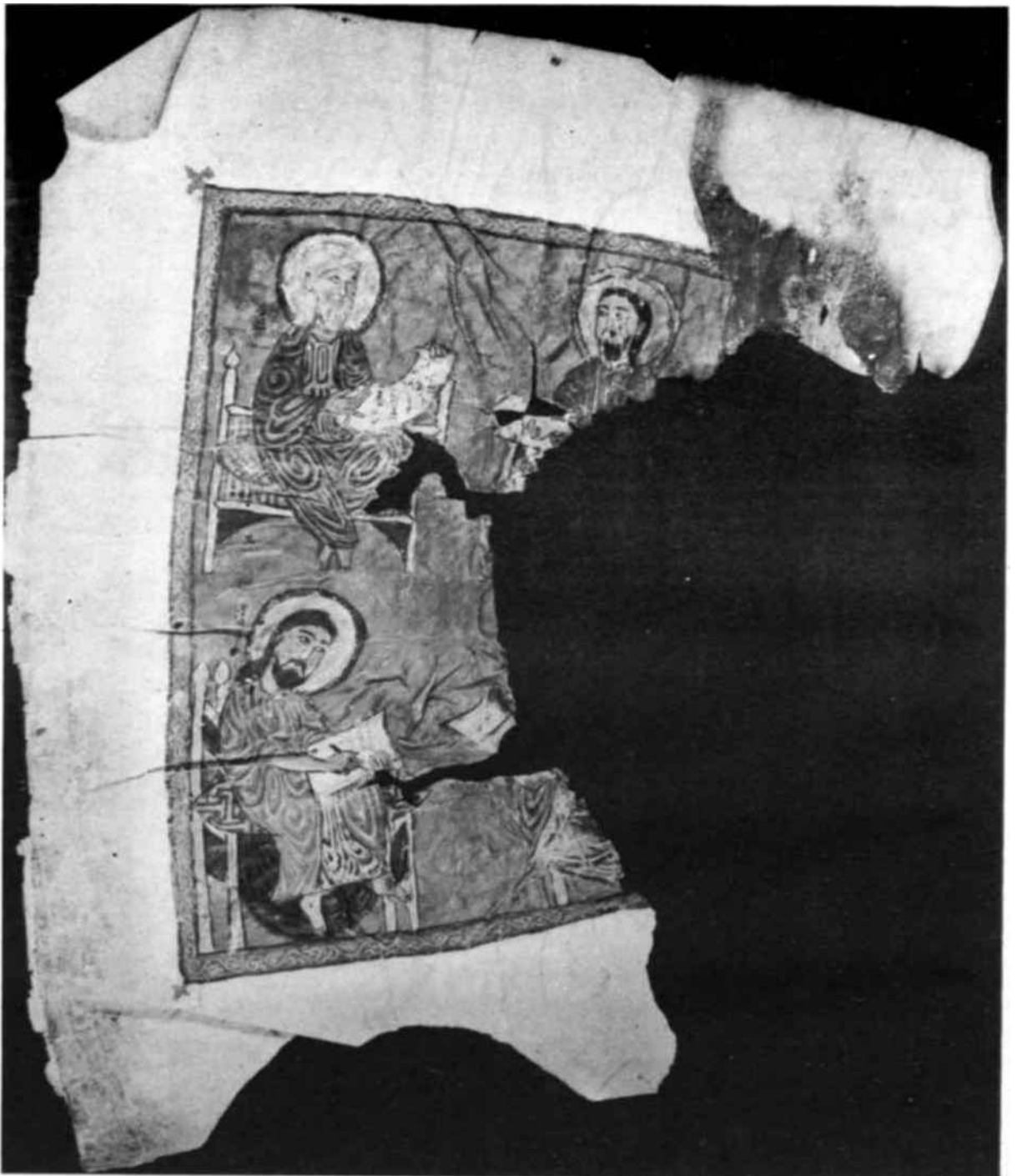
**"ENTRADA DE CRISTO EN JERUSALÉN".** Este manuscrito siríaco de la Biblioteca del Vaticano, data de 1546 y es la copia estilizada de una miniatura del siglo XIII. (Clisé Bib. Vat.)

los frescos las lecciones históricas o morales que distribuían los detentadores patentados de la ciencia.

Las imágenes pintadas o esculpidas sólo eran la expresión visual, adaptada a espíritus todavía incultos, de verdades a las que todo el mundo tiene acceso actualmente gracias a la multiplicación del libro impreso. Ocupaban esas imágenes el lugar que intenta llenar en la instrucción, en nuestros días, la película cinematográfica o televisada, la cual podría muy bien llegar a destronar al libro, y substituir la civilización del objeto impreso por la del objeto visto. ¡Extraño retorno, que coloca al hombre moderno en la condición de sus antepasados y le permite comprender, mejor que los contemporáneos de Victor Hugo, la frase del genial poeta!

Han sido necesarios muchos siglos para que el hombre se emancipara, aunque sea parcialmente, de esta dominación universal de la imagen, que logra su esplendor en todas las civilizaciones del Próximo Oriente o del mundo mediterráneo. Todos los imperios que se han sucedido ya sea en Egipto o en Mesopotamia, o en Grecia y en Roma, así como todas las religiones, han recurrido al instrumento de la imagen. Cuando el cristianismo surgió en la extensión de lo que se denominaba la *oecumene*, es decir,

**"MOISÉS PLATICANDO CON FARAON".** Este manuscrito siríaco de la Biblioteca Nacional de París data probablemente del siglo VI y es uno de los más antiguos en su género. La imagen está copiada de una Biblia del Antiguo y Nuevo Testamento. La intensidad de vida que muestran los semblantes, el movimiento apasionado de los personajes, los trajes antiguos que ellos visten confieren a este pequeño cuadro la categoría de uno de los ejemplos postreros de la pintura helenística adaptada por los cristianos de Siria y Mesopotamia a la nueva fe. (Clisé de la Biblioteca Nacional.)



**LOS CUATRO EVANGELISTAS.** Fragmento de manuscrito de propiedad del Sr. Kevorkian, de Nueva York. La forma de los semblantes que recuerdan ciertas figuras de los frescos de Turfan, en Asia central, los pliegues de los vestidos, el mobiliario que evoca el de la miniatura árabe, hacen de este manuscrito otro ejemplo del contacto de varias civilizaciones en el Próximo Oriente. Parece datar del siglo XII o XIII. (Foto John D. Schiff, Nueva York.)

la tierra habitada por el mundo civilizado, en oposición al mundo bárbaro, entró de hecho en el sistema de enseñanza existente en todas partes, y creó un universo de imágenes tomadas de la historia bíblica que resumía para esa religión toda la historia de la salvación humana, aportada primeramente por el pueblo judío y luego por Jesús. Esas imágenes las colocó sobre los muros de sus iglesias y las sembró profusamente en las páginas de sus manuscritos. Como dirá en el siglo V un Padre de la Iglesia griega, «la imagen muda habló desde el muro» o desde los márgenes de los libros, con tanta autoridad como el texto mismo.

A ese mundo de imágenes sagradas pertenecen las que el lector tiene ahora ante sus ojos. Proviene de la cristiandad de Mesopotamia, donde la religión de Cristo hizo una temprana aparición. Su primer punto de expansión fué el pequeño reino de Edesa, actualmente Urfa, que se convirtió oficialmente al cristianismo a fines del siglo II. Desde este viejo centro de cultura semítica, apenas influido por el helenismo, del que le protegía su lengua siríaca, emparentada con el arameo y el hebreo, se extendió el cristianismo a todos los países regados por el Tigris y el Eufrates.

Sus misioneros sem-

braron el Asia Central, China e incluso el Tibet de comunidades cristianas, a las que la invasión mongólica del siglo XIII hizo desaparecer, dejando, así un suelo virgen a los misioneros europeos en los siglos XVII y XVIII.

Esta expansión nestoriana de expresión siríaca en el Extremo Oriente nos hace asistir a un fenómeno de contacto entre civilizaciones, que explica la presencia, en el pensamiento oriental de ideas cuya fuente remonte al cristianismo persa. La misma lección puede extraerse de los manuscritos siríacos miniados, los cuales, en ausencia de pinturas murales ya desaparecidas, permiten trazar o por lo menos esbozar los diferentes movimientos culturales de Mesopotamia. La historia de estos venerables fragmentos es un resumen de la historia de ese país desde la introducción del cristianismo.

Esa es la razón, sin duda, por la que estas miniaturas de los manuscritos siríacos nos interesan, mucho más que por su carácter estético, regido por las normas de la decoración del libro tal como las entendían en la alta Edad Media.

El arte del libro es un arte de superficie. La unidad se destruye si en el texto se introducen cuerpos de tres dimensiones. De ahí que las figuras se superponen en lugar de sucederse en perspectiva; de ahí también la escasa diferenciación en las dimensiones de las figuras y la ausencia de modelado y de sombra. Estas normas, seguidas por todos los pintores antes de la aparición de la pintura renacentista, fueron aplicadas a su manera por los artistas de Mesopotamia, ya sea cuando animan las figuras hieráticas y frías de Bizancio en los más antiguos manuscritos del siglo VI, dotándolas de gestos expresivos, o cuando tratan los temas tradicionales a la manera árabe —en el siglo XIII— introduciendo en ellos escenarios, rostros o vestidos copiados del medio étnico, o finalmente cuando crean imágenes originales cuyo «primitivismo» halla resonancia en ciertas tendencias del arte moderno.

Estas imágenes santas merecen ser mejor conocidas por todas esas razones. Volverán así a desempeñar, en cierto modo, su función primigenia, que era la de instruir. Tan sólo habrá cambiado el carácter de su enseñanza que de teológico y religioso antaño es ahora histórico y cultural.

# WARDHA : SANTUARIO DEL GANDHISMO

por el Dr J.D.N. Versluys

Representante de Ciencias Sociales de la Unesco para Asia del Sur

WARDHA es una pequeña ciudad, situada a una distancia de ciento treinta kilómetros al sur de Nagpur, capital de Madyah Pradesh o sea de la Provincia Central. Esta circunstancia la convierte en el centro geográfico de la India. Mas, al mismo tiempo, es el centro de irradiación de la doctrina de Gandhi. Allí se levantan los edificios de la Asociación Panindia de Industrias Rurales. A las puertas de la ciudad, lo primero que se ve es la figura religiosa de la Piedad, esculpida en granito, símbolo cristiano cuya presencia resulta una sorpresa para el viajero al aparecer en el corazón mismo de la India. Pero, cuando el visitante recorre esos lugares, recibe la explicación de labios de su guía: el Gandhismo no se limita a una religión determinada y recibe en su seno por igual a los hindúes como a los budistas, a los musulmanes como a los cristianos. El hombre que dirige este Centro, desde hace muchos años, es el Dr. J. C. Kumarappa, notable economista de la escuela de Gandhi.

La idea central del Gandhismo es la no-violencia, no solamente en el sentido más amplio del término sino también en el más profundo y general de que la naturaleza no debe ser doblegada rudamente a nuestra voluntad y más bien el hombre debe adaptarse a la naturaleza con el fin de establecer una real armonía. Esta actitud implica cierto rechazo a los modos artificiales de vida que se suelen encontrar en las grandes ciudades. La familia —y con preferencia aquella que se forma de la comunidad mayor de hermanos y hermanas con sus respectivos cónyuges e hijos, integrados en una sola gran unidad— y la aldea, son considerados como la base natural para la vida humana. La independencia económica de la familia y de la aldea serán las condiciones determinantes

del mantenimiento de esta estructura social por largo tiempo. Así, todo lo que se utiliza en la aldea deberá ser manufacturado por los propios aldeanos, en lo posible. Y lo primero de todo: los artículos textiles. Esta es la razón por la que se propagan por todas partes la rueca y la máquina de tejer. Pero se estimulan igualmente otros aparatos, ya que uno de los principales propósitos del Centro de Wardha es la formación de instructores sociales y maestros de trabajos manuales. Hay otra razón para este interés por los oficios: se ha llegado a la certidumbre de que el problema de tan inmenso número de gente sin empleo no se puede resolver fácilmente. La proporción de tierra laborable y de trabajadores agrícolas muestra un verdadero desequilibrio que va en aumento y cada año es más serio el problema del exceso de población. La industrialización no puede resolver el problema en su totalidad, ya que las grandes industrias pueden dar ocupación a un número relativamente limitado de trabajadores y además requieren considerables inversiones de capital, el cual es muy escaso en la India. Y si se busca fuera del país ayuda económica, es posible que influencias extranjeras indeseables pongan en peligro la vida nacional. El Dr. Kumarappa cree, por añadidura, que las grandes industrias no están en armonía con la cultura tradicional de la India que floreció durante varios siglos en diversas manufacturas hasta que éstas fueron desplazadas por los productos baratos —fabricados a máquina— de la industria occidental. Estas razones económicas, culturales y nacionales hicieron que Gandhi y sus discípulos predicaran la necesidad de resucitar las artes manuales en la aldea.

Es bien sabido que el arte de hilar a mano se propagó como una consig-



El respeto a la tradición es la norma del Centro de Wardha. Aun, la simple refacción de cada día nó se escapa a la regla.

na del Gandhismo durante la década que siguió a la primera guerra mundial, y así se pueden ver en el Museo de Wardha varios modelos de tornos, hermosas muestras de tejidos a mano y otras muchas interesantes manufacturas. La hilatura manual fué aumentando gradualmente en importancia, por encima de su utilidad económica, bastante dudosa, y se convirtió en símbolo de la independencia nacional, adquiriendo una significación casi religiosa. En el Centro de Wardha se trata de perfeccionar sencillos aparatos rurales con el fin de que los aldeanos obtengan mejores resultados con una gran economía de trabajo y de costo.

Este es en nuestros días el propósito primordial del Centro y para ello ensaya sin descanso diversos aparatos, compara las herramientas

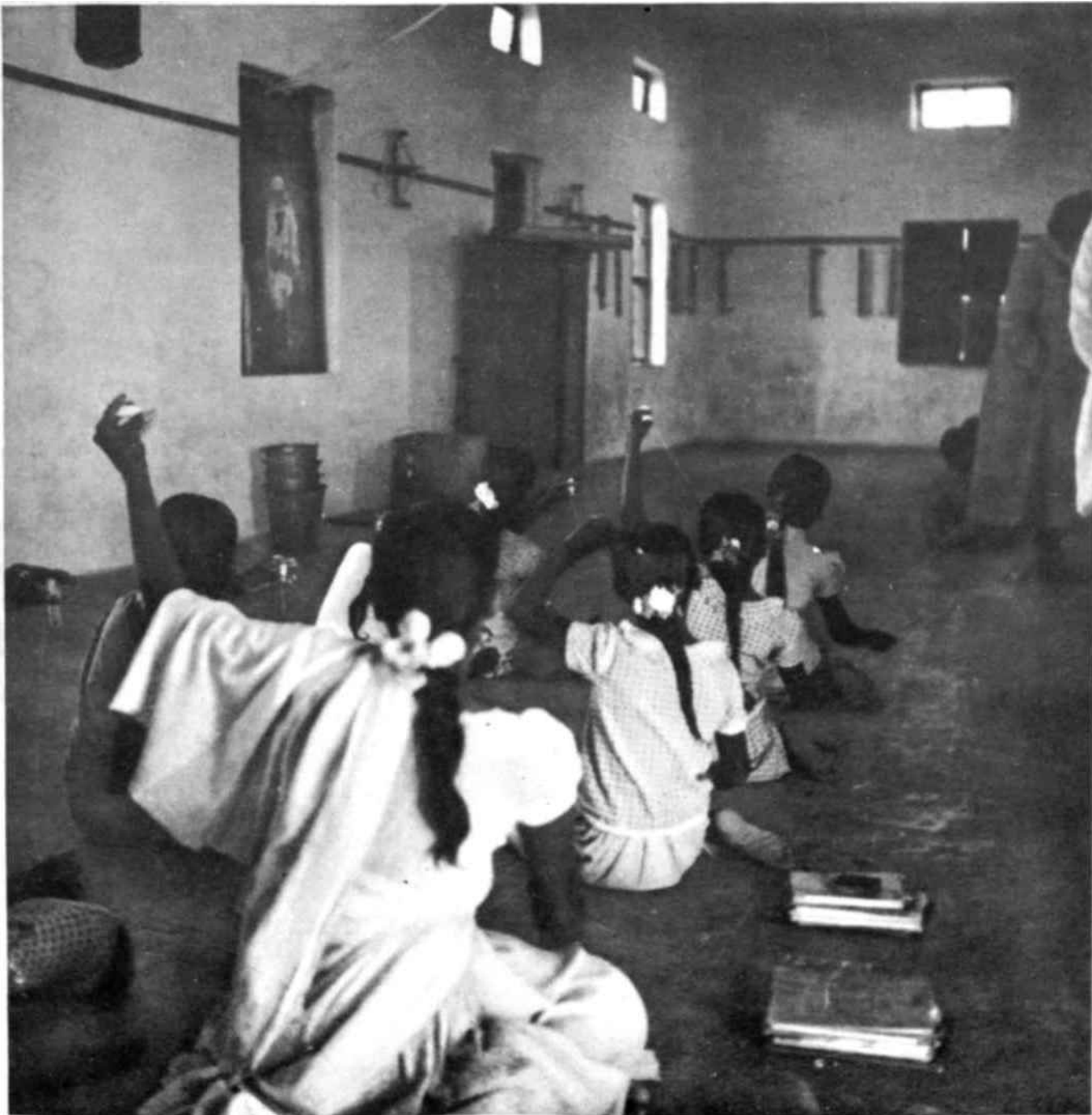
de diferentes lugares del país y las transforma o combina para dar a las industrias rurales los instrumentos eficaces que les permitan competir con los productos en serie de las fábricas. Este proceso de adaptación de la industria a las posibilidades locales se ve claramente, por ejemplo, en un molino de aceite, movido por un buey. El molino ha sido modernizado, de manera muy económica, con la fijación de cojinetes de bolas de acero que han aumentado su eficacia en un 60%. El Dr. Kumarappa no ha desdenado servirse de esos pequeños aparatos hechos a máquina y ha afirmado—al escuchar una objeción sobre el particular— que la industria es útil a veces para ciertos fines concretos, pero que debe limitarse únicamente a fabricar productos que no pueden ser hechos a mano. El Centro emplea métodos científicos para mejorar las herramientas rurales, teniendo en cuenta que éstas deben ser de fácil adquisición para el artesano de la aldea, es decir, que deben reunir dos condiciones: tener precio bajo y no depender de la fuerza eléctrica.

En Wardha se ensaya también la fabricación de papel. A pesar de que se ha aumentado ingeniosamente la eficacia del molino de aceite que el buey hace girar sin descanso, el papel que se obtiene es 50% más caro que el fabricado a máquina. No obstante, la fabricación de papel es un medio para solucionar el problema de los desperdicios —restos de objetos de paja, viejas alfombras, etc., que de otro modo serían arrojados en cualquier parte— y para evitar que los aldeanos utilicen su dinero fuera de la economía rural. Generalmente, el consumo se adapta a los medios de producción disponibles en la aldea, lo que quiere decir que se prefiere la limitada satisfacción de las necesidades mediante los productos locales a la más amplia satisfacción que podrían ofrecer los productos fabricados en la ciudad.

Otro de los aspectos que se suele señalar al hacer propaganda de los trabajos manuales es su valor educativo. El sistema de la educación fundamental, iniciado por el Gandhismo, se basa en el principio de «aprender por el hecho». El niño debe, ante todo, comprender el sentido de las cosas que constituyen el fondo esencial de la vida de la aldea. El maestro debe comenzar por los objetos que rodean al niño. La acción de hilar, por ejemplo, puede servir al maestro para explicar el cultivo del algodón y todo lo que se relaciona con esta planta, como asimismo el principio mecánico del torno y la ventaja económica de comprar algodón y vender hilaza. Este sistema de continuas asociaciones de ideas exige naturalmente al maestro un trabajo más intenso; pero tiene mayor eficacia como método de estudio de cualquier tema.

El Centro de Wardha ha efectuado un trabajo provechoso no solamente para el desarrollo de las industrias rurales sino también para la comprensión —en la enseñanza de los instructores sociales— de la vida de la aldea en todos sus aspectos: agrícola, sanitario, educativo y cultural.

En la India — especialmente en el Centro de Wardha que es el santuario del pensamiento de Gandhi — el hilado a mano se ha convertido en el símbolo de la fidelidad a las enseñanzas milenarias y adquirido un significado casi religioso.



# TODOS LOS NIÑOS SABEN JUGAR



Copyright Roger Wood, London

La celebración de la Navidad y del Año Nuevo como una temporada de universal benevolencia se expresa continuamente en antiguas y nuevas formas. Entre éstas se encuentra la costumbre moderna de enviar tarjetas de salutación y votos de felicidad. Más nueva aún es la práctica que siguen algunos artistas de fama mundial y que consiste en aplicar su talento al diseño de tarjetas originales destinadas al Fondo Internacional de Ayuda a la Infancia, organismo de las Naciones Unidas. Estas tarjetas de Navidad y Año Nuevo cumplen con su doble propósito de llevar votos de ventura a los amigos ausentes y conseguir para los niños de 75 países del mundo la protección necesaria contra la enfermedad y la desnutrición. Dos artistas polacos, nacidos en Londres, han dibujado y firmado con el nombre de Lewitt-Him, cinco grabados para las tarjetas de felicitación que enviará la UNICEF este año. Los cinco grabados representan en vivos colores diversos juegos infantiles en cinco países que reciben ayuda de la UNICEF. Esta serie lleva por título, «Todos los niños saben jugar». Cada colección de diez tarjetas (que se venden al precio de 7 chelines 6 peniques, o 1 dólar, o 350 francos franceses), dará a la UNICEF la posibilidad de suministrar vacunas BCG para proteger a 24 niños contra la tuberculosis, o leche en polvo para que 9 niños puedan tener un vaso de leche cada día durante una semana: o penicilina para curar a 8 niños que sufran de las amígdalas, o DDT para salvar a 13 niños de la malaria, o vacunas para proteger a 33 niños contra la difteria. Los temas representados en las tarjetas se extienden desde el juego de la rayuela en Pakistán hasta el vuelo de la cometa en el Perú, desde el escondite en el Oriente Medio hasta otros juegos en Filipinas y Grecia. Desgraciadamente, en esos países hay muchos niños enfermos y necesitados que no pueden participar en esos juegos. Curar las llagas de Asia, preservar al Perú del tifus, aliviar a los niños del Oriente Medio y ayudar a las víctimas del terremoto de Grecia, además de librar al Pakistán del azote de la tuberculosis y de la malaria, constituye sólo una parte de la tarea que se propone realizar este año, entre veinte millones de niños, el Fondo Internacional de Ayuda a la Infancia con la ayuda técnica de la Organización Mundial de la Salud. La UNICEF, creada en 1946 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, para prestar una ayuda de emergencia a los niños de Europa y otras regiones devastadas, se ha convertido en el más importante esfuerzo internacional para mejorar la salud y el bienestar de los niños y de las madres. No hay que esperar el resultado de la obra de la UNICEF para un remoto futuro. El resultado lo veremos en nuestro tiempo; mediante la venta de esas tarjetas todas las personas pueden ayudar al UNICEF en su tarea de elevar el nivel de salud y de vida de los niños y cumplir la promesa del advenimiento de un futuro mejor.

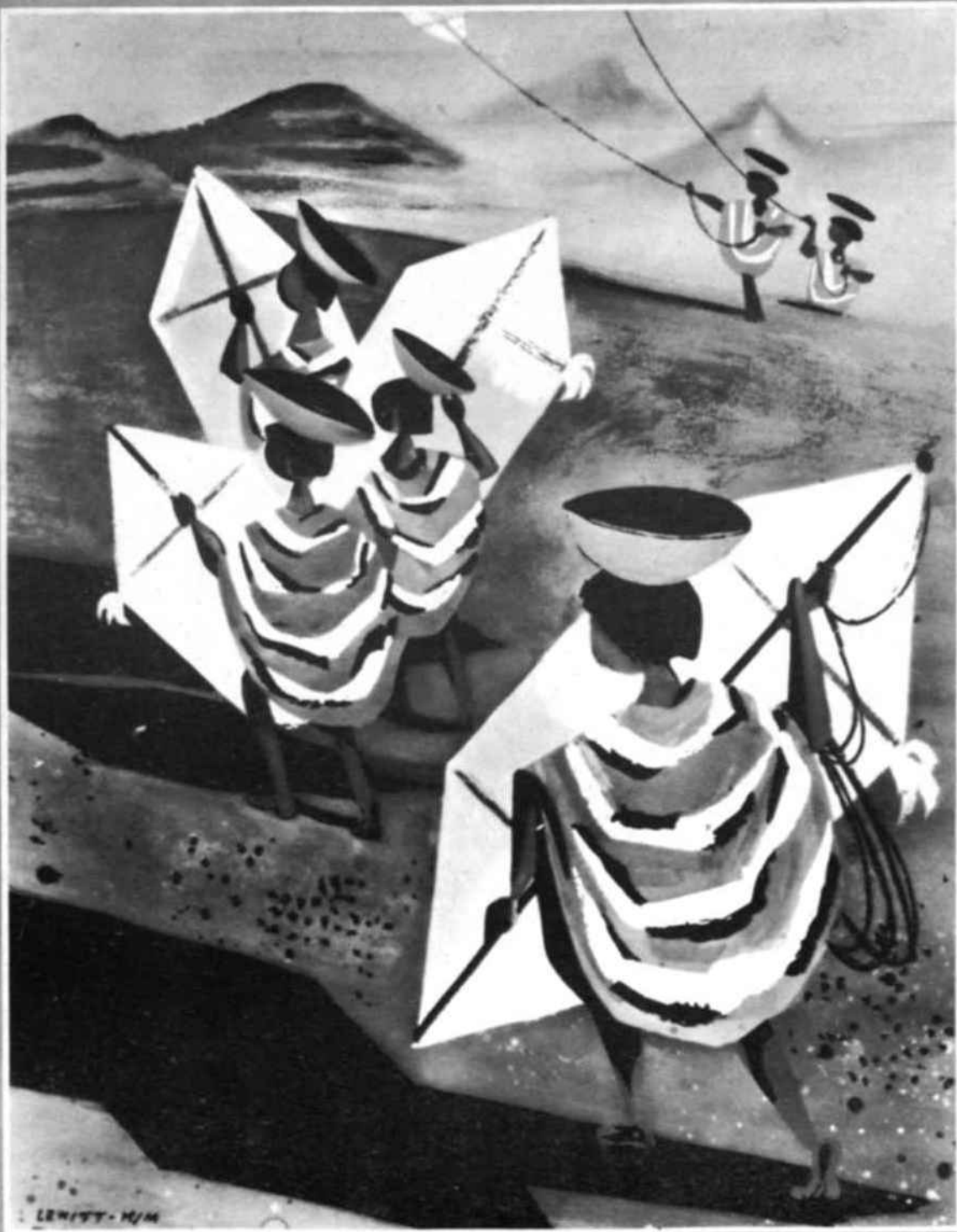
La información para comprar las tarjetas del UNICEF se puede conseguir en los Centros de Información de las Naciones Unidas en todos los países.



Juego de la rayuela en Pakistán.



La gallina ciega en Grecia.



Cometas en el cielo del Perú.

Fotos Unicef



Juego del escondite en el Oriente Medio.



Cucaña en las Filipinas.