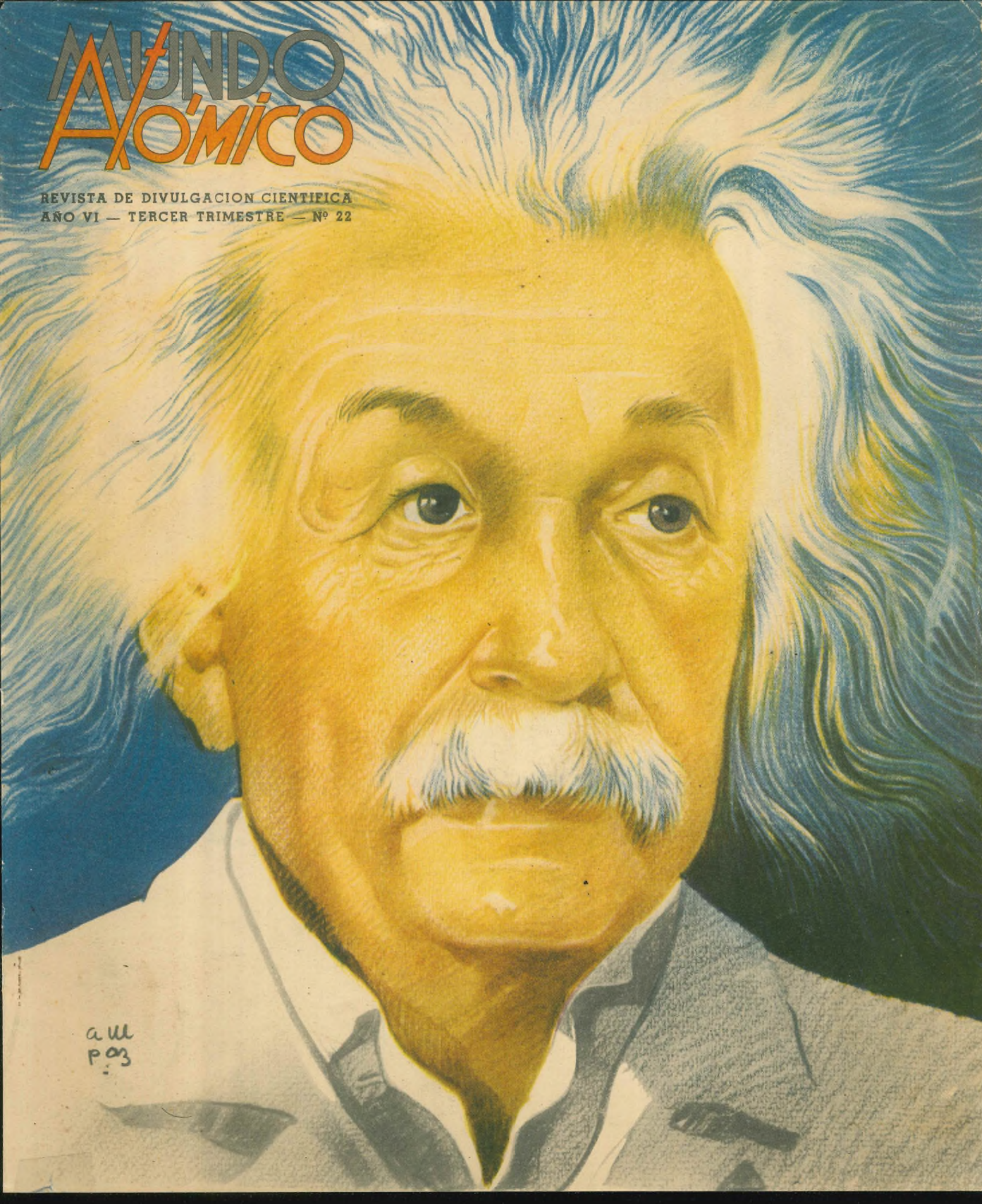


# MUNDO ATÓMICO

REVISTA DE DIVULGACION CIENTIFICA  
AÑO VI — TERCER TRIMESTRE — Nº 22



a u  
p.03

ML 350  
Construyamos con nuestra propia felicidad la grandeza de la Patria.

“MEDIANTE LAS OBRAS  
HIDRAULICAS HEMOS RE-  
CUPERADO MILLONES DE  
HECTAREAS DE TIERRAS  
DE CULTIVO EN BENEFICIO  
DE LOS AGRICULTORES Y  
DEL PUEBLO”

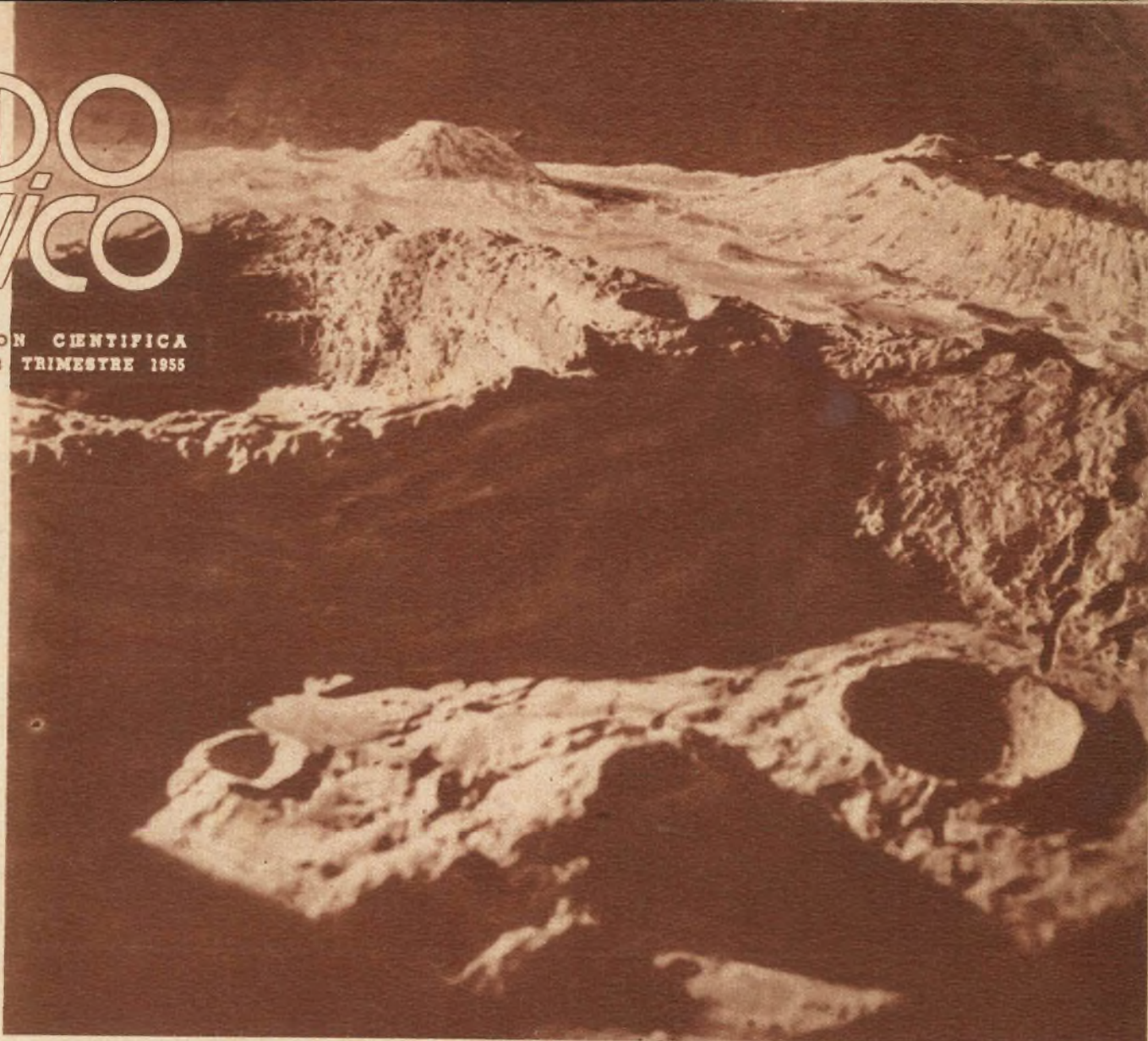
**PERON**

El objetivo fundamental de la Nación en materia hidráulica será lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país, a fin de *incorporar*, mediante el regadío, nuevas tierras al servicio activo de la producción en condiciones económicas de explotación, y *recuperar* para la producción las tierras anegadas e inundadas, mediante su defensa y saneamiento. Este es otro de los objetivos fundamentales del 2° Plan Quinquenal, destinado a promover la grandeza nacional y asegurar la felicidad del pueblo. ¡Contribuya a su realización!



# MUNDO Atómico

REVISTA DE DIVULGACION CIENTIFICA  
AÑO VI — Nº 22 — TERCER TRIMESTRE 1955



Todos los aspectos de la Luna son perfectamente conocidos. Este modelo que informa con tanta precisión pertenece al "Palais de la Decouverte" de París.

## INDICE

- Alberto Einstein, por Al-  
sina Fuentes ..... 4
- La Ciencia y Entendi-  
miento común, por Ro-  
berto J. Oppenheimer 16
- Determinación del flujo  
de neutrones polienergé-  
ticos de elevado grado  
de simetría mediante el  
método de Szilard-Chal-  
mers, por Rodolfo Othaz  
y Walter Schluer .... 24
- Examen médico del per-  
sonal expuesto a las ra-  
diaciones, por José An-  
tonio Olarte ..... 28
- El empleo pacífico de la  
energía atómica. (Edito-  
rial.) ..... 29
- La vacuna preventiva  
de la poliomielitis, por  
Jonas E. Salk ..... 31
- Terapéutica con cobalto  
radiactivo ..... 35
- La vinculación entre la  
Entomología chilena y  
argentina, por José Li-  
bermann ..... 36
- Precursores de la Cien-  
cia argentina: Roberto  
Raúl Dabbene, por Car-  
los Selva Andrade .... 40
- Un plan del gobierno  
bonaerense: Productivi-  
dad biológica de las la-  
gunas, por Rodolfo  
Schelotto Sergio ..... 42
- Expediciones oceanográ-  
ficas, por Luis R. A. Ca-  
purro ..... 45
- La acción de la radia-  
ción de alta energía en  
el agua y en la solución  
acuosa, por A. H. W.  
Aten (Jr.) ..... 48
- Los museos científicos:  
"El Palais de la Decou-  
verte", de París, por Luis  
Santaló ..... 51
- Bevatron ..... 58
- Algunas nuevas máqui-  
nas de calcular, por A.  
M. Machado ..... 60
- El Instituto de Suelos y  
Agrotécnica. Protección  
de nuestra tierra. .... 63
- Los radioelementos en  
la industria ..... 70
- Separación química de  
isótopos estables me-  
diante radiaciones de in-  
tercambio, por Heberto  
A. Puente ..... 71
- Ultramicroquímica ... 76
- Átomos para la paz:  
Convenio argentinoesta-  
dounidense ..... 77
- Cercaria Chascomusi  
n. sp., por los doctores  
Lothar Szidat y Miguel  
F. Sorla ..... 79
- La medicina contempo-  
ránea y sus relaciones  
con la civilización y la  
cultura, por César R.  
Castillo ..... 87
- Intimidad de la Ciencia  
y de la Técnica en la  
Exposición de Plásticos y  
Nuevos Materiales .... 94
- El Instituto de Física de  
San Carlos de Bariloche 97
- Libros e ideas ..... 99

Dirección, redacción y adminis-  
tración: Río de Janeiro 900  
T. E. (88) 1021 al 1028. Oficinas  
de avisos en la diagonal Roque  
Sáenz Peña 835, T. E. (33) 5515  
al 5520. Precio del ejemplar: 6  
pesos. Suscripción: Capital, inter-  
rior, toda América y España: 1  
año (4 números), \$ 20.— m/n.;  
seis meses (2 números), \$ 10.—  
m/n. Demás países, un año,  
\$ 30.— m/arg. 6 meses, \$ 15.—  
m/arg. — Nota: Las suscripcio-  
nes se anotan en la fecha que  
se reciba su importe y únicamen-  
te por los períodos indicados en  
la presente tarifa. — Registro Na-  
cional de la Prop. Int. Nº 417808.

FRANQUEO A PAGAR  
Cuenta Nº 818  
INTERES GENERAL  
Concesión Nº 4420

# Einstein

(ULM, MARZO 14 DE 1879 — PRINCETON, ABRIL 18 DE 1955)

Por F. ALSINA FUERTES

(DE LA COMISION NACIONAL DE LA ENERGIA ATOMICA)

## LA REVOLUCION EINSTEINIANA

**H**ACE más de cuarenta años, al presentar a Einstein como conferenciante, Lord Haldane dijo de él que era: "el Newton del siglo XX, y que la revolución que su pensamiento había originado era mayor que la que produjeron Copérnico, Galileo y Newton reunidos". Este juicio continúa siendo correcto hoy. Pero el mundo ha vivido bastante después para saber que desde esa fecha hasta ahora, las vías iniciadas por Einstein y las consecuencias de sus ideas llevadas a la realidad han revolucionado la ciencia y la vida en grado mayor que lo que hicieron todos los físicos anteriores, a contar desde Arquímedes de Siracusa.

La revolución cubre ya toda la física; ha cubierto buena parte de la filosofía; ha desarrollado matemáticas nuevas; ha influido en la política mundial; ha modificado la economía de todos los países, obligándolos a tomar la ciencia como una de las ramas más importantes del gobierno; ha alterado la estrategia militar; ha hecho posibles las armas de destrucción más terribles y las herramientas de paz más poderosas. Ha creado todo el mundo nuevo en que nos movemos desconcertados y en el que nuestros hijos deberán aprender a vivir.

Y esta revolución fabulosa, este verdadero génesis, cuya descripción imparcial podrá emprenderse solamente dentro de mucho tiempo, ha surgido, para gloria eterna del género humano, combinando los ingredientes más simples y más peligrosos de que haya sido posible nunca disponer: inteligencia, lápiz y papel.

Y si sencillos fueron los recursos usados, mucho más sencilla todavía fué la personalidad que los puso en obra. El profesor Alberto Einstein ha sido, en todos los minutos de su vida, ejemplo de sencillez.

Ante los resultados asombrosos obtenidos sólo con fórmulas matemáticas, bien pensadas y mejor escritas por un hombre que era la negación del alarde y de la pompa, en un mundo en que estamos habituados a ver moverse los recursos más ingentes y las empresas más solemnes, la reacción psicológica debía forzosamente ser muy fuerte.

En efecto, si grande ha sido la revolución desencadenada, no menos grande ha sido la oposición que ha debido superarse para llevarla a la realidad.

Las etapas de la oposición que se encarnizó con los trabajos de Einstein desde los primeros momentos, han ido recorriendo toda la gama de la sensibilidad humana; en primera instancia, las ideas de Einstein fueron tachadas, simplemente, de falsedad. Y la energía con que se las combatió desde ese punto de vista hizo más por el progreso general de dichas ideas,

**Hemos perdido a Einstein.**

**La figura demiúrgica del sabio que desaparece se ha proyectado durante más de cincuenta años sobre todos los valles y montañas de la física contemporánea, que es su física, la que él personalmente, más que cualquier otro hombre o grupo de hombres, ha contribuido a crear. Pero esa figura, ya legendaria, se ha proyectado también sobre todas las llamas de la vida cotidiana. El pensamiento del pequeño empleado de la oficina de patentes de Berna ha permeado toda la actividad humana del siglo actual en los campos de la cultura, y este siglo, cuyo fruto más hermoso ha sido ese pensamiento, ha de quedar para siempre en los fastos de la civilización como el "Siglo de Einstein".**

que lo que hubiera conseguido una aceptación pasiva y silenciosa.

En segunda instancia, vino la leyenda de la extraordinaria dificultad matemática de las nuevas ideas. En muchos países, todavía hoy se piensa en la relatividad como en un abstruso invento matemático, cuyos secretos están en manos celosas de una reducida casta.

Vino luego la etapa filosófica. Se adujo que las ideas de Einstein estaban en contra de principios filosóficos elementales, de modo que debiera bastar una corta cadena de silogismos para refutarlas. En esta etapa, insignes filósofos tomaron armas en contra de los sencillos teoremas matemáticos.

Se contó también con la etapa personal. Einstein fué atacado por su persona, y se forjaron adecuadas razones éticas y sociales en contra del principio de variación de la masa con la velocidad.

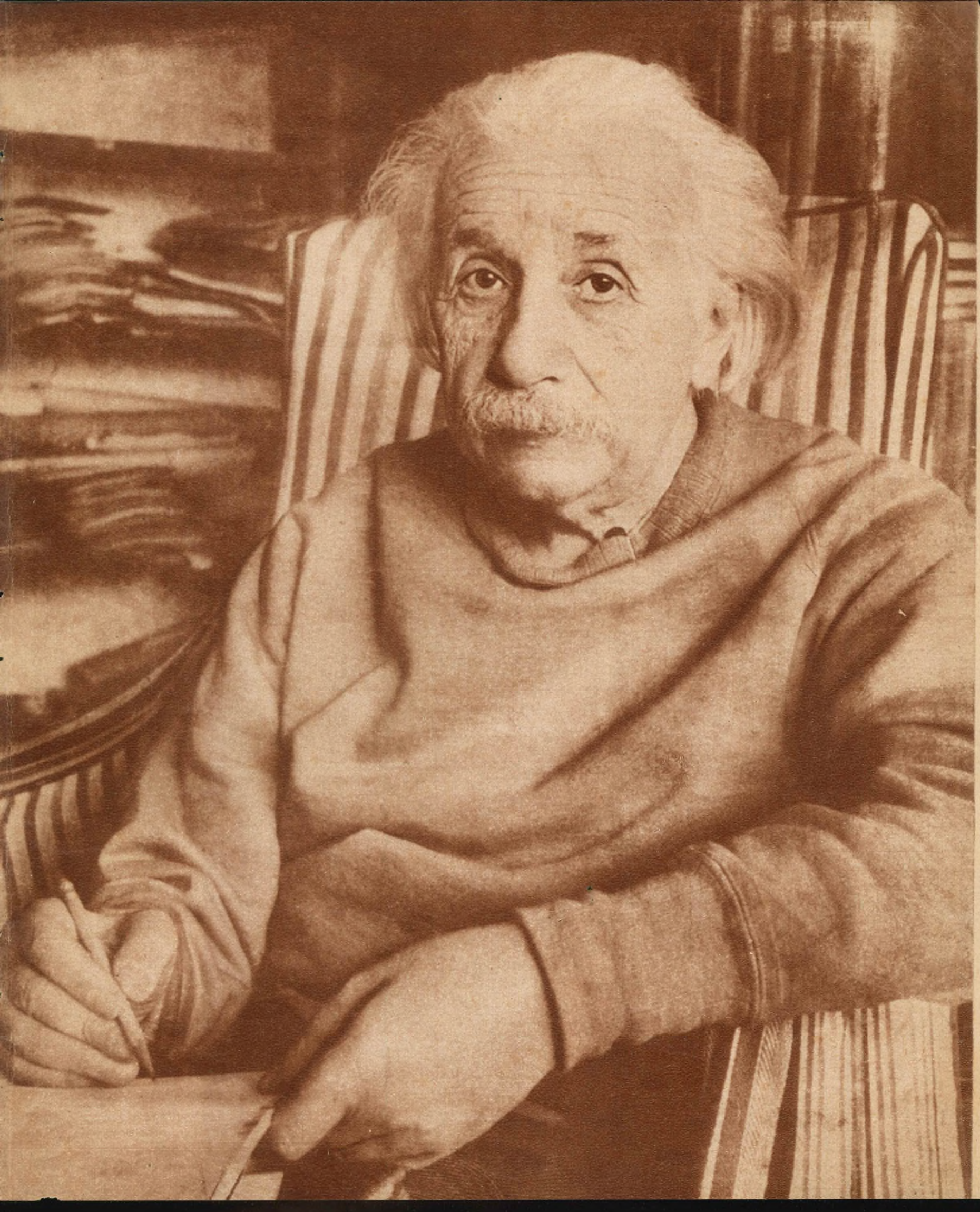
Saltemos aquí, como de poca importancia, la etapa política, en la que Einstein fué perseguido por meras razones raciales. Ha sido una etapa enorme en su momento, y contribuyó más que otra alguna a aumentar la amargura del hombre Einstein. Pero, a pesar de su importancia ocasional, esta etapa irá perdiendo importancia histórica en la obra del profesor Einstein, y dentro de cien años apenas tendrá valor anecdótico, el mismo que hoy le asignamos a las dificultades políticas de Gauss con Napoleón.

Por fin, agotado el arsenal hostil, cuando la evidencia sumada a la evidencia obligó a ir aceptando una tras otra las conclusiones teóricas de Einstein el péndulo osciló bruscamente hacia el otro lado, y la imagen del creador fué nimbada de todos los atributos mágicos, para alcanzar la popularidad mayor que un hombre de ciencia haya tenido nunca.

Frente a esta madeja monstruosa de ideas abstractas, ataques enconados, consecuencias prácticas, discusiones académicas y discusiones bizantinas, es un sano ejercicio espiritual el buscar, bajo la fronda, cuál ha sido la tarea real del hombre que la motivó

ANNALEN DER PHYSIK, VOLUMEN 17, 1905

Todavía hoy, cuando hablamos de la cultura, usamos el libro como el símbolo máximo de la labor intelectual. Pero en ciencia el libro mismo es ya un arma anticuada, y ningún investigador puede formarse con sólo libros, como ningún investigador aspira a escribirlos como resumen de su labor. Desde hace poco más de un siglo, y coincidiendo con el progre-





*Einstein, poco después de reponerse de una de las enfermedades que padeció.*

*Durante la visita que el eminente matemático efectuó a Inglaterra en el año 1930 fué agasajado con una cena, en la que aparece con otro Premio Nobel, George Bernard Shaw, y Lord Rothschild.*



*Einstein conversando con M. Herriot al ser recibido en la Universidad de Glasgow.*



*Al cumplir los cincuenta años de edad, Einstein fué obsequiado con este pequeño yate. Como es sabido, era sumamente afecto a los deportes náuticos, que practicaba siempre que le era posible.*



han motivado la redacción de montañas de libros y artículos. Pero hasta ahora, no hay todavía exposición de esos trabajos que pueda resultar más inteligible, más sencilla y más concreta que la lectura de los propios originales.

Tampoco hay exposición global más corta. Todo está dicho en menos de cien páginas, en varios artículos breves que tratan de tres temas distintos.

Uno de los temas consiste en el estudio del movimiento browniano. Se trata aquí de

so de las comunicaciones postales, el libro ha ido cediendo el lugar de vanguardia a la revista. Es en la revista especializada donde aparecen los resultados recientes, donde se discuten y donde adquieren consagración o son refutados. El libro queda como la etapa formal posterior, en la que se cristaliza lo firme como resumen incompleto de todo el trabajo elaborado en las líneas más ágiles de la publicación periódica.

Pero nunca revista de física tuvo concentrado en un solo tomo un acopio tan grande de progreso teórico como tuvo "Anales de la Física", en 1905. Y este aporte fué la contribución de un hombre sólo, aislado de los medios científicos, que trabajaba a ratos perdidos en una oficina donde tenía muy distinta tarea asignada, y que era además joven, recién casado, y con un hijo. Si añadimos que este hombre era todavía un estudiante, y que en su niñez y mocedad había tenido dificultades en sus estudios, la obra desarrollada por él en 1905 alcanza contornos increíbles.

Ese año aparecieron las contribuciones de Einstein, que han conseguido, hasta la fecha, mayores consecuencias teóricas y prácticas. Han motivado cientos de experiencias y miles de aplicaciones, como

la agitación incesante que presentan las partículas muy pequeñas mantenidas en una suspensión, cuando se miran al microscopio. Los movimientos, caóticos y permanentes, habían sido observados casi ochenta años atrás por Robert Brown, y eran bien conocidos. Pero su interpretación constituía un típico enigma.

El enfoque de Einstein a este problema constituye casi una definición de lo que es física teórica: tomó como punto de partida la naturaleza discontinua de la materia, admitida desde Demócrito y cimentada por los trabajos de Maxwell, Boltzmann y Gibbs en la naciente termodinámica es-

tadística. Esquematisó el tema hasta hacerlo caer dentro de los recursos del cálculo de probabilidades. Y entonces probó que los movimientos de las partículas podrían interpretarse como debidos a los choques que las moléculas del líquido portador les impartían. El resto es un ejercicio de matemáticas, que hoy figura como ejemplo en todos los cursos elementales.

Einstein no realizó una sola experiencia; intuyó una hipótesis, la redujo a términos manejables matemáticamente y obtuvo la interpretación teórica.

Desde ese momento, el movimiento browniano se transformó en la demostración más dramática de la existencia de las moléculas y de la efectividad de sus movimientos. Si la interpretación era correcta, era fácil idear experiencias para verificar nuevas consecuencias, para medir directamente el número de moléculas y para fundamentar con más solidez toda la teoría de la materia desde el punto de vista del comportamiento microscópico. La hipótesis molecular dejó de ser un postulado para convertirse en una verdad casi tangible, y los métodos estadísticos introducidos por Einstein indujeron a Jean Perrin a trabajar experimentalmente en la determinación del número de Avogadro y de las condiciones de equilibrio en una suspensión que se sedimenta. Los brillantes resultados experimentales de Jean Perrin le significaron la obtención de un Premio Nobel, en el año 1926.

### EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

Otro de los temas contenidos en el tomo XVII de los Anales de la Física se llamaba "Consideraciones heurísticas sobre el efecto fotoeléctrico". Se trataba aquí, como en el caso del movimiento browniano, de un fenómeno bien conocido, hallado por Hertz en 1887 y estudiado experimentalmente por Hallwachs, por el cual la incidencia de luz sobre superficies metálicas era capaz de provocar, en condiciones no bien especificadas, la emisión de cargas negativas.

Lo que hacía más dificultosa la interpretación de este hecho era la circunstancia de que la energía de los electrones emitidos por la superficie del metal era independiente de la intensidad de la luz con que se lo iluminase. Esto significaba que la amplitud de la onda luminosa, que según la exitosa teoría ondulatoria era lo que determinaba la energía de la luz, resultaba en este curioso caso inoperante.

Lo mismo que en el movimiento browniano, Einstein no hizo ninguna experiencia. Se limitó a usar la hipótesis enunciada pocos años antes, en 1900, por Max Planck, de que la frecuencia era, por lo menos en algunos casos, el parámetro determinante de la energía de la luz, y no la amplitud. Esa hipótesis, más

algunas consideraciones heurísticas, como modestamente las calificó su propio autor, más una ecuación algebraica

Faltaría añadir que, fuera ahora de consideraciones teóricas y de distinciones académicas, el trabajo abrió la vía nada

## EL HOMBRE SOBRE EL SUELO

### LA HOJA DE TÉ

*Una tarde, el gran matemático tomaba el té en compañía de unos amigos. Como si jugara con la cucharita revolvió la infusión completamente abstraído. De pronto levantó la cabeza y preguntó a sus contertulios: "¿Quién puede explicar por que una hoja de té, en una taza cuyo contenido se está revolviendo, permanece en lo alto y en el medio?" Silencio general. "Bueno —aclara con aire triunfante— había algunas hojas que cayeron en el fondo de la taza porque son más pesadas. Cuando empecé a revolver, la fuerza centrífuga las llevó ha-*

*cia los bordes, pero el torbellino que provoqué en la taza no es un movimiento uniforme; a lo largo de las paredes es sostenido por el frotamiento y su fuerza de rotación es más débil en el fondo de la taza y es así como las hojas se dirigen hacia arriba y hacia el medio, hasta que el movimiento rotatorio se estabiliza bajo la influencia del frotamiento ejercido por el fondo."*

elemental, produjo el resultado buscado: una interpretación teórica que permitía razonar con comodidad y buscar nuevas experiencias para estudiar y aplicar el efecto fotoeléctrico.

El trabajo es sencillo. Pero para poder reunir la hipótesis de los Cuanta de Planck con la emisión de electrones, lo que equivalía a asignar a la luz cualidades de partícula, era necesario dar un salto atrás en el tiempo, y retomar la vieja hipótesis corpuscular de la luz, introducida por Newton, y completamente desacreditada desde hacía un siglo por la interpretación ondulatoria de Huyghens. Como lo hace notar Frenkel, se requiere una gran valentía intelectual para usar, en 1905, una hipótesis descartada durante casi dos siglos, y mostrar que es, sin embargo, la única alternativa para explicar el efecto fotoeléctrico.

Desde ese momento, la situación cambió radicalmente. La hipótesis de Planck resultó la herramienta más fértil para la interpretación no sólo de la luz, sino de la materia en general, y el camino quedó abierto para la moderna mecánica cuántica. El Premio Nobel que recibió Max Planck en 1918 por su teoría de los cuanta, tuvo como uno de los apoyos más valiosos la interpretación einsteiniana del efecto fotoeléctrico.

Pero no fué esto todo. El nuevo concepto inspiró a Millikan el deseo de someterlo a verificación experimental cuantitativa, midiendo la energía de los electrones emitidos y relacionándola con la frecuencia de la luz que los arrancaba. Varios años de trabajo experimental paciente y de notable ingenio fueron necesarios para realizar el famoso aparato de Millikan, que había de corroborar por encima de toda duda las consecuencias, no ya heurísticas, sino numéricas. Y ese trabajo de Millikan contribuyó a su vez de manera importante al Premio Nobel que recibió en 1923.

*Ataviado con las clásicas prendas de los universitarios ingleses, Einstein pronunció una serie de conferencias en Oxford.*





Después de una cena íntima que le fué ofrecida en París se obtuvo esta fotografía, en la que se hallan sir Thomas Barclay, el profesor Strisower, de Viena; M. Appell, rector de la Universidad de París; Emile Borel y M. Lichterberger, ubicados en la segunda fila. A su lado: M. Langevin, la condesa de Noailles y M. Painlevé.

menos que a todas las aplicaciones de la moderna célula foto-eléctrica, y fué uno de los propulsores de toda la técnica electrónica actual.

### LA RELATIVIDAD

Así pues, el tomo XVII contenía en germen, materia suficiente para que varios físicos, trabajando sobre las ideas tan concisamente expuestas, obtuvieran Premios Nobel. Pero también contenía suficiente material para asegurar fama y Premio Nobel al autor de las ideas.

"Si Einstein no hubiera escrito nunca una sola línea sobre relatividad, ello no le impediría haber sido uno de los físicos más extraordinarios de todos los tiempos", acaba de decir Max Born. Pero el hecho concreto es que además escribió muchas líneas sobre relatividad, y fueron precisamente las que le dieron renombre popular.

La palabra "relatividad" con que se designa en forma abreviada a esta teoría, no da idea correcta de su contenido. Fué adoptada por razones históricas, pero toda discusión basada en su significado verbal es ociosa. El problema que espoleó a Einstein fué el de la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, y ése es precisamente el título del artículo que figura en "Anales".

La electrodinámica nació hacia 1822 con los trabajos de Ampère. Recibió impulso de manos de Gauss, Weber, Neumann, siguiendo el concepto de potencial que tan fértil había sido en la mecánica, y separadamente, como escuela opositora, de manos de Oersted, Farady y Maxwell siguiendo el concepto de campo. El tratamiento de Maxwell fué

teóricos. Tal vez entre los más notables uno de H. Hertz de 1895, "La electrodinámica de los cuerpos en movimiento", donde puntualizaba el problema, y otro de H. A. Lorentz, "Tentativa de una teoría", donde se proponía una solución aproximada.

El mayor aporte fué sin duda el de H. Poincaré, quien en sus clases de la Sorbona de 1901 analizaba la situación y sugería que la única salida forzosa era admitir como postulado el resultado de la experiencia de Michelson, y renunciar para siempre a las tenta-

En esos años, el joven Einstein preparaba su tesis doctoral. Es de imaginar la avidez con que habrá estudiado el "Curso de Poincaré", publicado en forma de libro en 1903. Sin vacilar adoptó la sugerencia, tomó del trabajo de Lorentz las ecuaciones de transformación dándoles una interpretación más general que la que el mismo Lorentz les atribuyó, y mostró que la experiencia de Michelson, más las hipótesis de Poincaré, más las fórmulas de Lorentz, constituían la síntesis conceptual más simple para resolver el problema. Y para mostrar exactamente el alcance de su trabajo, le puso el mismo título que había tenido el artículo de Hertz en 1895.

Lo mismo que en los otros dos trabajos comentados, la contribución de Einstein fué de síntesis. Esta se logró —como debe suceder— al precio de dar un salto en el vacío y descubrir analogías donde los demás vieran antinomias. Y las pocas páginas de Einstein iniciaron la mayor revolución teórica que la física hubiera sufrido en varios siglos.

Einstein no fué un matemático. Su teoría de la relatividad

## EL HOMBRE SOBRE EL SUELO

### PASAJERO MODESTO

*Invitado por la Reina de Bélgica a pasar unos días en su residencia de verano, el chofer enviado para conducirlo desde la estación, regresó sin el ilustre viajero. Cuando ya se creía que alguna dificultad le hubiera impedido realizar el viaje, apareció en el camino cubierto de polvo, silbando alegremente con su violín debajo del brazo. "¿Cómo podía saber yo que Su Majestad enviaría un coche a la estación?", dijo. Interrogado el chofer, dijo: "No vi bajar a nadie del vagón de primera clase; no podía imaginarme que los visitantes de Su Majestad viajaban en tercera."*

tan brillante, que toda la historia posterior —incluyendo la contemporánea— se ha desarrollado según el formalismo de ecuaciones que describen una acción eléctrica que va propagándose en el espacio y en el tiempo.

Pero este formalismo maxwelliano, comparativamente sencillo para el caso en que los cuerpos emisores de campos estuviesen en reposo, tenía graves dificultades para el caso en que los cuerpos estuviesen en movimiento.

En 1879, Michelson y Morley, siguiendo una idea del mismo Maxwell, trataron de observar la alteración que el movimiento producía en la forma de propagarse las acciones eléctricas. Y ante su propia sorpresa y la de todos los físicos, hallaron que no se producía la menor alteración, y que no había experimentalmente diferencia entre el reposo y el movimiento de una fuente emisora de acciones eléctricas.

Este descubrimiento desencadenó una serie de trabajos



Objeto de múltiples agasajos fué el sabio durante la visita que realizó a nuestro país en 1925. Aparece aquí al desembarcar en nuestra ciudad capital.

tivos de hallar una alteración en las leyes naturales que fuera producida por la velocidad uniforme.

de 1905 no contiene una sola dificultad matemática que no esté al alcance de un adolescente.



La teoría de la relatividad no hizo su entrada en el mundo científico con la pompa esplendente que hubiera correspondido a tanta grandeza. No. Llegó quedamente hasta las páginas de la publicación especializada alemana "Anales de Física" y en tan apretado albergue permaneció yacente mucho tiempo, hasta que hombres de ciencia la fueron a buscar, curiosamente primero y luego en afanoso tropel cuando fué advertido que en unas pocas páginas estaba encerrado el vendaval que había de conmover hasta sus cimientos el pensamiento científico de siglos.

Desde el año 1901, en que Einstein dió término a sus estudios, venía colaborando en los "Anales de Física" con la frecuencia de un artículo por año. El volumen correspondiente a 1905, que lleva el número XVII, espeso y rebosante de ciencia por contribuciones diversas, contiene cinco artículos suyos. El primero está titulado "Una nueva determinación de las dimensiones moleculares". El segundo se refiere a la Ley de los Cuanta en la emisión y transformación de la luz y explica el fenómeno conocido por "Efecto fotoeléctrico". El tercero de esos artículos alude a

## LA PRIMERA COMUNICACION

las experiencias llevadas a cabo por el botánico Robert Brown, sobre el movimiento de las partículas mínimas suspendidas en un líquido agitado.

El cuarto artículo es el más extenso de la serie. No tiene más de treinta páginas y lo ampara un título bien modesto: "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento". ¡En tan flaco espacio está la teoría de la relatividad!

Fué un pequeño detalle el que atrajo la atención sobre ese artículo, que luego los físicos consideraron que lo que hubiera podido ser un esbozo de la teoría, es su exposición completa, acabada, como forma y contenido. No hace ninguna referencia. No cita a ninguna personalidad científica y las únicas referencias al pie de página tienen por exclusivo objeto explicar el texto. Por esa pista, unos pocos científicos perspicaces descubrieron al genio matemático. ¡Quien era capaz de llevar por sí mismo esa violenta revolución hasta los bastiones del pensamiento clásico tenía que ser un gigante de ciencia!

En el último de los artículos de esa serie, Einstein pregunta: "¿Depende de su contenido de energía la inercia de un cuerpo?" ¡Esa breve exposición contenía la fórmula que hacía teóricamente probable la utilización de la energía atómica!



Las consecuencias prácticas más importantes fueron mostrar que los fenómenos magnéticos son efecto del movimiento relativo de las cargas eléctricas, que la masa altera su valor con la velocidad, y

que la energía que se libera en un proceso cualquiera altera la masa de las sustancias que intervienen en el proceso. Es esta tercera consecuencia la que, andando los años, había de concluir por suministrar-

nos la energía nuclear, originada, como toda otra energía, en una alteración de masas.

### EL JOVEN ALBERTO EINSTEIN

El desconcertante autor que en un año produjo esos tres

La visita del gran sabio a Buenos Aires en el año 1925 constituyó un suceso de honda repercusión en la vida espiritual de la populosa ciudad. Su teoría de la relatividad ocupó durante muchos días el tema de las conversaciones y mereció la atención del humorismo de los porteños, que, no comprendiendo, como es lógico, la profundidad de su concepción científica, sonrieron amablemente al ilustre huésped. En el grabado de la izquierda aparece dictando una de sus conferencias en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. A la derecha: dictando una clase en el Instituto de Altos Estudios de la Universidad de Princeton vistiendo una de sus descuidadas tricotas.



tentado diversos puestos docentes, como profesor suplente en Winterthur y en Schaffhausen, sin conseguir ninguna posición permanente.

En 1902, un amigo lo recomendó al Director de la Oficina de Patentes de Berna, y previo un examen de competencia en el que no descolló demasiado, fué admitido como Inspector de Patentes.

Desde ese oficio "de zapatero", como él mismo decía, fué que produjo los trabajos que habían de revelarlo como la mentalidad sintética más poderosa. Desde ese oficio fué que realizó, además, el trabajo de tesis para optar al título de Doctor en Filosofía —equivalente a nuestro Doctorado en Física y desde ese oficio fué que empezó a relacionarse por

### MUSICO

*Como es sabido, una de las grandes aficiones del eminente investigador era la música, que ejecutaba muy aceptablemente en el violín. En cierta ocasión que tocaba para ayudar a un músico de talento, pero desconocido, dijo: "El toca bien, yo toco mal y cree que conquista un nombre tocando conmigo." Esta frase no tenía más que una intención burlona, a la que era tan propenso por su carácter risueño.*

trabajos, había nacido el 14 de marzo de 1879 en el pueblito de Ulm, en Wittemberg, Alemania. Había sido un niño de desarrollo lento, que tuvo dificultades incluso para aprender a hablar, y que más adelante no tenía la menor facilidad para los estudios normales. Había vivido un tiempo en Italia y varios años en Suiza, donde le costó mucho el ingreso como alumno a la Escuela Politécnica, mucho más que el que le había de costar luego su ingreso como profesor.

Se había diplomado de ingeniero en Zurich en 1896, habiendo tenido como profesores, entre otros, a Weber y a Minowski. Y desde 1896 había

correspondencia con los grandes de la física del momento, en una forma que había de alterar substancialmente el curso de su vida.

Pero la evolución fué muy lenta. En 1909, Max Planck le escribió por primera vez, lo visitó Max con Laue, y H. A. Lorentz lo invitó para ir a Leyden. En ese mismo año de 1909, la Universidad de Zurich lo nombró profesor, y allí quedó por dos años.

Después de visitar a Leyden, Utrecht y Praga, optó por aceptar un puesto en esta última ciudad, en donde dictó clases hasta 1912. De allí volvió a la Escuela Superior Técnica de Zurich, y en 1914 se fué a Alemania.

Este viaje de Einstein a Berlín es decisivo, porque significa la consagración. Hasta ese momento es un joven profesor obscuro, que publicó artículos no bien entendidos; había tentado varios cargos, y salvo el de Inspector de Patentes, donde estuvo a gusto porque tenía tiempo disponible y amigos fieles para conversar, en ningún sitio había mostrado mayor dedicación ni habilidad. Es cierto que se comenzaba a hablar de él en los círculos científicos. Pero casi nada de lo que se decía era bueno.

Y en estas condiciones, Einstein saltó de Bohemia a ocupar un sillón en la institución científica más importante de Alemania: la Academia Prusiana de Ciencias de Berlín, con el cargo de Director del Instituto Emperador Guillermo. El obscuro joven provinciano estaba ahora a la luz.

Lo que esto significó para él lo dijo bien claro en el discurso de recepción en la Academia: significó liberarlo de un trabajo rutinario y poder dedicar todo su tiempo y todas sus

# EL MAESTRO EINSTEIN



energías a la única actividad que le era posible. El hombre que investigaba con papeles escondidos entre expedientes en Berna, o que rumiaba sus ideas entre una clase y otra en Zurich y en Praga, se transformó en alguien a quien la sociedad prusiana, la más severa de Europa, rentaba para que pudiera ocuparse de sus ecuaciones, sin preocupación de otra especie.

Fué un caso excepcional; pocosísimos son los investigadores que han investigado como tarea normal y que han percibido sueldo para hacerlo. Newton fué funcionario administrativo. Kepler hizo horóscopos. Galileo dictó clases toda su vida. La Humanidad debe casi todo su progreso científico a seres de quienes se esperaba que fueran buenos empleados, y no lo fueron.

Pero unos pocos, lo mismo que Einstein, fueron investigadores contratados para investigar. Y este hecho excepcional, el más importante en la vida de Einstein, se produjo debido a un hombre también excepcional que fué el Néstor de la física alemana: Max Planck.

Fué Max Planck quien de Einstein hizo Einstein.

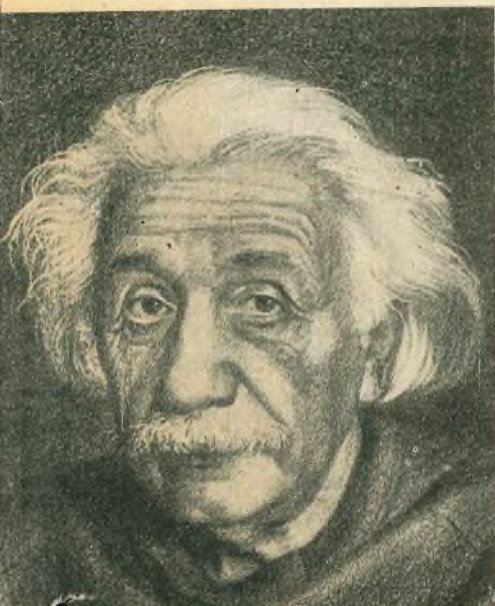
### LA RELATIVIDAD GENERALIZADA

El flamante académico que había prometido en su discurso de incorporación dedicarse por completo a la investigación, cumplió bien su palabra. Mucho más literalmente que lo que pudieron creer los que lo habían escuchado.

Era Berlín, en 1914, y comen-



## VISTO POR DIVERSOS ARTISTAS



EINSTEIN



zaba la primera guerra mundial. Mientras Einstein se ocupaba de problemas de gravitación, sus colegas alemanes redactaron y firmaron un manifiesto con 93 firmas, en el que declaraban que Alemania no era responsable de la guerra en que se veía envuelta. Einstein, fervoroso pacifista, se negó a firmar la declaración, cualesquiera fueran las consecuencias prácticas.

En cambio, firmó otro nuevo

artículo en los "Anales", destinado a provocar grandes consecuencias teóricas: Fundamentos de la relatividad generalizada.

Era el proyecto más ambicioso en que se había embarcado hasta ese momento, y llevaba ya muchos artículos publicados al respecto. Se trataba, en verdad, de generalizar la teoría de la gravitación de Newton, considerándola como una primera aproximación de

una teoría más amplia y conceptualmente más sencilla.

En cierto sentido, es una generalización del principio de inercia; según éste, un cuerpo alejado de la influencia de otros, se mueve en línea recta y con velocidad constante. La generalización einsteiniana consiste en suponer que si un cuerpo está en presencia de otros, ha de moverse según cierta curva que puede considerarse como una "recta"—o

geodésica— trazada en un determinado espacio.

Una piedra que cae describe una parábola. Se trata de saber cuál es el espacio de referencia en que esa parábola puede llegar a considerarse una geodésica. La idea es geoméricamente sencilla, y la dificultad está en el problema matemático de calcular efectivamente el espacio de referencia.

Esta teoría de la relatividad generalizada, de 1916, es en cierto modo de característica opuesta a la de 1905. En la de 1905 no hay dificultad matemática alguna, y las dificultades conceptuales son extraordinarias para quien esté afeitado a puntos de vista anteriores. En cambio, la de 1916, generalizada, se reduce en su enunciado a un problema geométrico de tres renglones. Pero la labor necesaria para llegar a una solución concreta es grande y difícil. La relatividad restringida es un ejemplo típico de física teórica, y la generalizada, un ejemplo, no menos típico, de lo que es la física matemática.

Como consecuencias de su teoría, Einstein calculó y enunció tres resultados, de interés astronómico: el perihelio de mercurio debía girar lentamente con los siglos, la luz de es-



*Numerosos honores recibió el maestro durante su vida de las más conspicuas instituciones de todo el mundo. Aquí se le ve poco después de recibir el título de miembro honorario de la Universidad de Glasgow, Escocia, juntamente con otras personalidades, entre las que se halla M. Herriot.*

## LA VISITA DEL GRAN SABIO A LA

En 1925 Buenos Aires des-  
perezaba aún sus modorras de  
gran aldea. La ciudad era gran-  
de. Había crecido mucho sin  
darse apenas cuenta. La gente  
toda era buena y tranquila. To-  
dos eran felices sin saberlo y  
pudieron seguir siéndolo hasta  
que comenzaron a preguntarse  
si lo eran.

La vida de los diversos secto-  
res de la actividad se desarro-  
llaba dentro de los ámbitos que  
le eran propios. El trabajo se  
cumplía como un deber y con  
sentido de responsabilidad. El  
trabajador tenía sus barrios y  
sus instituciones; el café, el cine  
y la cancha. Los empleados  
y la clase media, en general, sus  
aspiraciones moderadas y un  
mesurado afán de elevación. La  
ciencia, saliendo un poco de

sus claustros, había mostrado a la  
admiración de sus compatriotas,  
los hombres que tenían una re-  
putación mundial que nos llenaba  
de orgullo.

El ritmo del siglo nos había lle-  
gado con las bataclanas y con la  
dosis de desnudez que nos ofrecie-  
ron, estimamos que habíamos ad-  
quirido la suficiente perversidad  
para no desentonar con los pue-  
blos más adelantados. En Sportivo  
Barracas se jugaban los internacio-  
nales y ahí nos aparecieron los ru-  
dimentos de la "cola" y los prime-  
ros estremecimientos de la pasión  
deportiva. Teníamos, además, un  
subterráneo y el ómnibus ya se in-  
sinuaba como el Atila de la calle.

Tal era, así, a pinceladas gene-  
rosa, el Buenos Aires de 1925,  
cuando recibimos la visita del emi-  
nente sabio. Su presencia produjo  
un fenómeno sin precedentes. To-

do el mundo se interesó por la  
Relatividad y ésta alcanzó rápida-  
mente una popularidad como sólo  
había de repetirse años más tarde  
y únicamente en grandes figuras  
del arte. Apenas alcanzó a nivelar  
la, eso sí, en el campo de la cien-  
cia, un desdichado químico cuando  
proclamó que en las vísceras del  
asesinado condejal Ray había cir-  
nuro.

Por un largo tiempo, todo y na-  
da era relativo en Buenos Aires.  
Cuando se perdió la esperanza de  
comprender la genial concepción  
del sabio, era relativo todo lo os-  
curo, lo enrevesado y lo difícil y  
más tarde, ya con carta de ciuda-  
danía, pasó a ser sinónimo de du-  
da, de incertidumbre y de ese es-  
cepticismo cerrado en que gusta  
abroquelarse al porteño, cuando  
queriendo salvar la discusión, pone

punto y aparte con un "¡eso es  
relativo"! que suelta con la cabe-  
za requintada.

La más amplia simpatía de todo  
el pueblo acompañó a Einstein du-  
rante su estada en la Argentina.  
Sus conferencias en el Colegio Na-  
cional Buenos Aires y en otras sa-  
las, constituyeron el más sobresa-  
liente acontecimiento de la época.  
Su figura se hizo ampliamente fa-  
miliar y puede afirmarse que nin-  
gún otro hombre de ciencia alcan-  
zó los niveles que el gran sabio,  
en la estimación y cariño del por-  
teño.

Einstein admiró nuestra ciudad.  
Visitó a Córdoba y otras ciudades  
del interior. Admiró nuestras be-  
llezas y captó con su claro enten-  
dimiento las enormes posibilida-  
des de nuestro país. A los hombres  
de ciencia les dió el espaldarazo.

trallas lejanas debía curvarse al pasar por la vecindad del Sol, y la luz emitida por las estrellas grandes debía ser de frecuencia un poco menor —a igualdad de otras circunstancias— que la misma luz generada en la Tierra.

El corrimiento del perihelio de mercurio era ya conocido, aunque no la razón. Se trataba solamente de admitir la explicación nueva. La alteración de la frecuencia de la luz emitida por estrellas de gran masa era de observación sencilla. Pero la desviación de la trayectoria de los rayos luminosos al pasar por la vecindad de un centro gravitatorio tuvo algo de afirmación sibilina. La luz es un proceso electromagnético, y el hecho de que pueda ser influenciada por un campo gravitatorio sugiere una dependencia que queda fuera por completo del electromagnetismo.

No es de extrañar que esta consecuencia haya sido la que se ha tratado de verificar con más ahínco. Súmase todavía el hecho de que se la puede verificar solamente durante un eclipse de Sol, y éstos son escasos, de poca duración, y visibles desde zonas muy angostas, de modo que cada eclipse de Sol motiva una expedición especial de astrónomos, con

sus equipos completos, que confieren a la astronomía ribetes de emoción y aventura física.

En 1919, con motivo de un eclipse, la Sociedad Real de Londres envió expediciones que, entre otros propósitos, tenían el de someter a prueba la afirmación sobre el encurvamiento de los rayos luminosos. Y fué un resonante triunfo el comprobar que, en efecto, existía una desviación según lo calculado, de casi dos segundos de arco.

Este resultado cautivó la imaginación popular, y Einstein pasó a la categoría de héroe público, debido a que la luz se desvía un metro por cada cien kilómetros. Fué asediado por periodistas y fotógrafos, y su casa privada sufrió un sitio permanente de gente que quería ver de cerca al hombre que había mandado a la luz que se curvara.

Fuera de estos tres resultados cruciales para la teoría —y que han sido comprobados en múltiples oportunidades—, resulta también de ella que una masa acelerada es capaz de ejercer fuerzas sobre una masa en reposo, de modo que se tiene una analogía perfecta con la ley de inducción electromagnética descubierta por Faraday para las cargas eléctricas. Pero esta consecuencia es, infortunadamente, demasiado difícil de verificar.

La teoría general de la relatividad fué la obra de Einstein que ocupó más a los matemáticos, siendo, como es, un problema matemático. Comenzó por dar impulso al cálculo tensorial, creado por Ricci y Levi Civita, y continuó dando impulso a la teoría de ecuaciones diferenciales, en busca de soluciones geométricas más y más generales.

#### AMERICA

Durante diecinueve años Einstein ocupó su puesto de Director del Instituto Emperador Guillermo, viajando entretanto por todo el mundo para dar conferencias y agradecer invitaciones de todas las instituciones científicas mundiales. Recibió títulos honoríficos en Ginebra, Oxford, Cambridge, Glasgow, Manchester, Princeton, París, Madrid, Rostock, Buenos Aires, Zurich.

Se lo nombró profesor honorario de Leyden, miembro de

la Sociedad Real de Londres. Recibió el Premio Nobel de Física de 1921, cuyo importe donó íntegro. Se lo hizo miembro de la Academia de París, de Amsterdam, de Copenhague.

Parecía que su vida estaba ya definida y asentada como la del hombre más respetado del mundo, cuando en 1933 dejó a Alemania, renunció a su cargo y renunció también a su ciudadanía alemana. Las razones que tuvo hay que buscarlas en los diarios de la época; baste aquí decir que no fueron razones científicas, sino polít-

#### ZAPATOS

*Casi tan famosa como su teoría llegó a ser su despreocupación en el vestir. En cierta oportunidad debía dar una serie de conferencias en la Sorbona y fué invitado por el embajador de Alemania en París para que se alojara en la embajada, a lo que no pudo negarse. El diplomático contaba después de aquella visita: "Fijese que Einstein había llegado con un solo par de zapatos. Mi camarero se veía obligado a lustrarlos varias veces al día." Por su lado el sabio se quejaba de que a cada rato desaparecían sus zapatos, diciendo: "por más que le diga al buen hombre que salgo en seguida, que llueve continuamente, que no necesita lustrarlos por que se mancharán de nuevo, parece no entenderme".*



*Fotografía de Einstein tomada en los Estados Unidos en oportunidad de una serie de conferencias que dictó en la Universidad Swarthmore de Passadena.*



*La Universidad de Oxford concedió a Einstein altos honores. Aquí se le ve luego de recibir el título honorario de doctor en Ciencias.*

## ARGENTINA

*"La Argentina —dijo— tiene científicos tan capacitados como cualquier país de Europa." Para nuestra cultura tuvo también una palabra sincera y amable. El espíritu del porteño, ampliamente reflejado en el periodismo, encendió también su sonrisa complaciente. Esa sonrisa que sólo dibujaba lo bueno y lo muy ingenioso.*

*La visita de Einstein a la Argentina fué, así, trascendental. Probó cuál era la real sensibilidad de nuestro pueblo, por que hasta ese momento, el genio matemático había recibido honores y agasajos de gobiernos, asociaciones científicas y de las viejas aristocracias, pero la Argentina fué el primer pueblo de la tierra que le brindó un homenaje realmente popular.*

## EL PREMIO NOBEL

Alberto Einstein fué durante toda su vida singularmente sencillo. No había afectación en ello. Simplemente no imaginaba que pudiera vivir de otra manera.

En el año 1921 realiza un viaje al Extremo Oriente en compañía de su esposa. "Partimos como soberanos, rodeados por toda una corte", contaba su abnegada sompanera. Pero en el barco Einstein se opuso a tener un camarero para su atención personal. "Nunca lo he tenido ni lo necesito", protestó. Elsa, su esposa, lo aceptó, sintiéndose por eso un poco intimidada, pero explicaba: "Uno de los dos debía mostrarse a la altura de la situación."

Están ambos en Japón. El viaje hasta entonces les había resultado maravilloso. Personalidades conspicuas de todos los sectores de la actividad humana se acercan a estrechar la mano del ilustre hombre de ciencia. Lo colman de honores. Todo era tan espléndido, que Einstein repetía continuamente: "Esto no puede durar." Sin embargo, un hecho debía de arrimar mayores esplendores a su personalidad para que aquel viaje terminara siendo sencillamente apoteótico. En el imperio del Sol Naciente recibe la noticia de que le ha sido otorgado el Premio Nobel. No lo conmueve. Sonríe, eso sí, complacido y piensa que ya no tiene que temer por su "frágil celebridad", como él la consideraba. El resto del viaje es triunfal e hizo cuanto pudo por acomodarse a la soberanía que le reciben y las naciones más poderosas las que anhelan su presencia.

El acontecimiento que había de elevar su nombre al cenit de la nombradía lo rubrica con un rasgo que muestra todo su desprendimiento; dona el importe íntegro del codiciado premio. Prescinde de esa importante suma; él, que no poseía mayores bienes de fortuna y que no disfrutaba de otras holguras económicas que aquellas que le permitían sus emolumentos de profesor. El, que pudo haber llegado a la riqueza sin gran esfuerzo, daba aquella recompensa, cuyo monto lo asombraba, en beneficio de los demás. Se olvidaba de sí mismo, de las posibles necesidades del porvenir y de las acechanzas de la cambiante fortuna — aun para hombres de su talla — en un mundo que comenzaba a mostrar los primeros síntomas de las convulsiones que lo transtornan. Así fué hasta la hora de su muerte. Recuérdate lo que se llamaba "su fortuna" se estableció después de su fallecimiento, que no pasaba de unos cuantos miles de dólares.

## EL HOMBRE SOBRE EL SUELO



### PRECIO

El gran matemático gustaba poco de aparecer en público y solamente lo hacía cuando se trataba de beneficiar a instituciones de caridad o de cualquier carácter altruista. Su esposa, a veces, lo comprometía sin anticipárselo y luego él protestaba riendo: "Elsa; ¿por cuánto me has vendido esta vez?" Comenándolo agregaba: "Elsa sabe ingeniárselas, saca de mí grandes sumas."

cas, y que el hombre de ciencia usó esta vez su inteligencia y su voluntad, con la misma integridad que lo hacía frente a sus papeles, para definirse en un problema social.

Elegió a Estados Unidos como su residencia. Desde 1933 hasta su fallecimiento vivió en Princeton, como Profesor Emeritus del Instituto de Estudios Avanzados fundado y sostenido por la industria privada estadounidense para propender al desarrollo de las disciplinas abstractas.

Pocos años después de establecerse en Princeton, en 1939, le tocó volver a definirse en un problema social, que había de afectar no solamente a su persona, sino a millones de personas. En Europa se había descubierto la fisión del núcleo de uranio, y un grupo de europeos en Estados Unidos —Fermi, Bohr, Szilard— habían conseguido repetir ya las experiencias. Desde luego que se trataba de una confirmación más de su teoría relativista de 1905, pues parte de la masa de uranio se transformaba en energía. Pero no era ya cuestión académica; una serie de coincidencias favorables en el fenómeno, por ejemplo, la emisión accidental de neutrones, permitían pensar en que la fisión del uranio podía desarrollar un proceso exponencial de liberación de energía, en que cada núcleo fracturado sirviese para fracturar cierto número de núcleos vecinos.

De ser así, una energía asombrosa quedaba disponible para ser usada por el hombre, y el grupo de europeos que fué a presentar el problema a Einstein, abogó porque su enorme prestigio y su influencia fuesen empleados ante el gobierno estadounidense a fin de estudiar la posibilidad de realizar prácticamente un nuevo explosivo basado en la fisión.

Era una singular empresa la que se proponía al pacifista científico, cuyo único credo social era de paz y armonía

internacionales. Y nuevamente, como en 1933, al renunciar a toda su situación en Alemania, Einstein aplicó su inteligencia al problema, y, responsable, sabiendo y midiendo lo que hacía, dirigió una carta al Presidente de la Nación para explicarle que era necesaria la acción inmediata encaminada a dotar a los Estados Unidos del arma más poderosa que era en ese momento imaginable.

Esa carta sirvió para iniciar el proceso administrativo, mientras los experimentadores ponían en marcha el plan de realización. Una segunda carta posterior sirvió para aumentar el ritmo del esfuerzo económico, y Estados Unidos, junto con sus aliados, sobre todo el Reino Unido, concluyeron en dos años el proyecto de investigación bélica más costoso, más espectacular, y también más efectivo, a que se haya dedicado país alguno.

El resultado de esta intervención de Einstein, que fué decisiva, ha influido en el mundo más que todas sus investigaciones teóricas. No se trataba ya de saber si la luz se curva o no al pasar próxima a un astro. Se trataba de saber si la ciencia desencadenada habría de arrasar la vida civilizada que la había hecho posible, cerrándose un monstruoso círculo vicioso.

Cuando estalló la primera bomba atómica, un periodista le llevó la información al profesor Einstein en Princeton. El se hizo repetir la novedad, incrédulo de que fuese real; y luego, al convenirse de que la era atómica había comenzado, sólo tuvo un comentario: "El mundo no está todavía preparado para eso."

En esa frase se resume el problema crucial de la actualidad, de vivir en una civilización cuyo progreso es acelerado, mientras la evolución de los hombres

que la crean y la sufren no puede seguir, por razones psicológicas y fisiológicas, el portentoso ritmo.

### SUS ÚLTIMOS AÑOS

La obra científica de Einstein polarizó la física, a grandes rasgos, en dos ramas teóricas decisivas: la relatividad y la cuántica.

La evolución de esta última, que ha dominado todo el microcosmos, se ha realizado independientemente de Einstein, y en buena parte independientemente de la relatividad. Puede decirse, también a grandes rasgos, que los físicos teóricos están divididos en dos grupos: uno de ellos está formado por Einstein solo, que nunca ha aceptado las últimas consecuencias de la mecánica cuántica, y siempre sostuvo que hay un error substancial en el fondo de todos los razonamientos cuánticos.

El punto delicado está en la supresión del principio de causalidad en lo microscópico, que la cuántica reemplaza por criterios de probabilidad. Einstein nunca ha aceptado este punto de vista; "El Señor no arroja dados", solía decir.

Hace pocos años se resumió en un libro la opinión de todos los físicos representativos sobre la situación actual. Todos, sin excepción, opinaron en favor de las probabilidades y en contra de Einstein. En el artículo final, que cierra el tomo, el atacado contesta: "Sí, es verdad, estoy ya viejo y no puedo defender personalmente mi punto de vista. Pero no estoy equivocado."

La cuestión continúa abierta. La opinión de Einstein es esta vez, como en muchas oportunidades anteriores, un desafío y un acicate, pero ya estamos acostumbrados a dos cosas: a que transcurra mucho tiempo hasta que una opinión de Einstein sea aceptada, y a que esa opinión sea correcta.

Los últimos años de trabajo los invirtió en un nuevo esfuerzo de síntesis, que queda inconcluso: la reunión de la teoría del campo gravitatorio con el campo electromagnético, para formar lo que se llama "teoría del campo unitario".

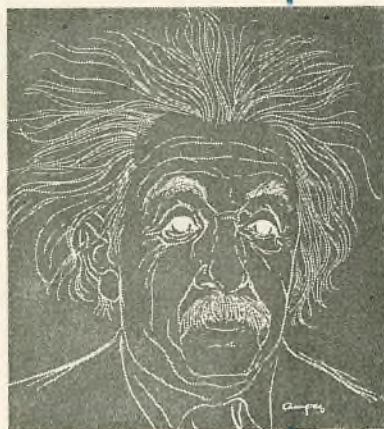
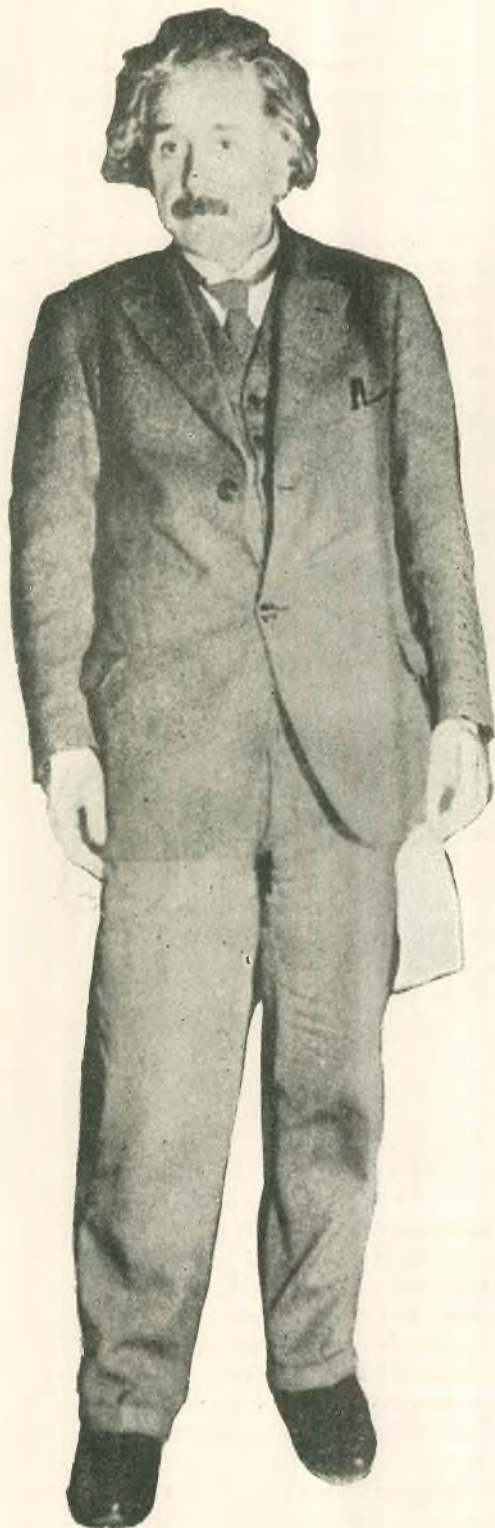
Las dificultades esta vez son dobles, físicas y matemáticas. Cuando la teoría se concluya, todos los fenómenos microscópicos podrán ser descritos por un lenguaje único, del que conocemos apenas los primeros balbuceos. Es posible que resulte un lenguaje difícil, como era la aritmética en la época de los egipcios; pero será una síntesis global de todo lo que se ha aprendido de mecánica y electricidad.

El modesto demiurgo, el hombre que esquivó todos los honores personales, y que en una oportunidad rechazó la Presidencia del Estado de Israel, el que prefería su violín y sus papeles a todos los halagos, ha desaparecido con la misma sencillez con que vivió.

Su legado, el siglo de Einstein, es la herencia más cuantiosa que la humanidad haya recibido de un solo hombre; su obra, el ejemplo más noble de la altura a que puede elevarse el pensamiento constructivo.

Y su credo y filosofía, que movieron durante tres cuartos de siglo a su inteligencia, quedan resumidos, sintéticos y simples como toda su acción, en una corta frase suya: **Por el bienestar de otros.**

El maestro Alberto Einstein durante su permanencia en Alemania, 1930, dió varias conferencias por radio



## LA COMPROBACION

La teoría de la relatividad, como tal, habiase difundido ya por el mundo científico. Le faltaba la comprobación de los principios que la sustentan, para asentarla sobre los pilares definitivos de lo perdurable.

En febrero de 1919 Inglaterra, a costa de grandes gastos, organiza dos expediciones con ese objeto. En una de ellas participa, a su pedido, el gran astrónomo británico sir Arthur Eddington. Iba a producirse una eclipse total de sol y había que sorprenderlo en el transcurso de ese fenómeno para arrancarle el secreto, sobre el cual había levantado el sabio la punta del manto encubridor.

Una de las expediciones se dirige hacia Sobral, al norte del Brasil. La otra se instalaría en Príncipe, y fué ésta la que el gran astrónomo inglés describiría con emoción profunda.

El día señalado para el eclipse se apareció turbio de brumas y cuando el fenómeno llegó a su culminación, el disco lunar se hizo presente a través de las nubes, "tal como se le ve surgir a menudo —dice la crónica—, cuando en la noche las estrellas son invisibles. No había nada que hacer —se agrega—, salvo ejecutar el programa y esperar que todo saldría bien". Dieciséis fotografías se tomaron, cuyo estudio demanda luego meses de paciente estudio de las placas comparándolas con las obtenidas por la expedición de Sobral. Finalmente, los dilatados cálculos prueban una desviación de la luz de 1,64 segundo de arco. Einstein, en su mesa de trabajo, calculó esa desviación en 1,75 segundo.

En 1952 la Universidad de Chicago verificó aquella experiencia fotografiando en Khartoum las estrellas visibles durante un eclipse total de sol. Utilizó para ello un instrumental mucho más perfeccionado que el usado por los ingleses en 1919, y el resultado de esta segunda prueba dió una desviación de la luz de 1,70 segundo, con lo que se producía una mayor aproximación al número adelantado por Einstein.

En una solemne sesión de la Royal Society, en noviembre de 1919, para proclamar los resultados de la primera comprobación, el presidente de la institución calificó la teoría de Einstein "como una de las más grandes hazañas en la historia del pensamiento humano", agregando: "No se trata del descubrimiento de una isla, sino de todo un continente de nuevas ideas científicas. Es el descubrimiento más grande concerniente a la gravitación que se haya hecho desde que Newton anunció sus principios."

POR ROBERT J. OPPENHEIMER

(Continuación del número anterior)

C IEN años después de Newton, en 1784, el progreso obtenido en ese siglo fué celebrado en un memorial anónimo colocado en la cúpula de la torre de la iglesia de Santa Margarita, de Gotha, para que lo hallaran hombres del futuro. Decía:

"Estos nuestros días constituyen el tiempo más feliz del decimooctavo siglo... El odio nacido del dogma y la compulsión de conciencias desaparece; triunfan el amor humano y la libertad de pensamiento. Las artes y las ciencias florecen y se ahonda nuestra visión del taller de la naturaleza. Los artesanos se acercan en perfección a los artistas; las artes útiles están floreciendo en todas las clases sociales. Este es el cuadro de nuestro tiempo... que vosotros obréis así para vuestra posteridad y os regocijéis en ello."

La fugacidad es telón de fondo del drama del progreso humano, del adelanto del hombre, del aumento de su conocimiento, del acrecentamiento de su poder, de su corrupción y de su redención parcial. Nuestras civilizaciones perecen; la piedra tallada, la palabra escrita, el acto heroico, todos decaen a recuerdos de un recuerdo, y desaparecen por fin. Día llegará en que nuestra raza desaparezca; esta casa, esta tierra en que vivimos serán inaptas para habitación humana, del mismo modo que envejece el Sol y cambia.

Mas ningún hombre, ya agnóstico, ya budista o cristiano, piensa por entero en estos términos. Sus actos, sus pensamientos, lo que ve del mundo a su alrededor —la caída de una hoja, la gracia de un niño o el elevarse de la luna— son parte de historia, pero no sólo parte de historia; son parte del devenir y del proceso, pero no son sólo eso: participan de la naturaleza del mundo fuera del tiempo; participan de la luz de la eternidad.

Estos dos senderos del pensamiento, el del tiempo y la historia y el de la eternidad y lo atemporal, son ambos parte del hombre por comprender el mundo en que vive. Ninguno está comprendido en el otro ni le es reductible. Son, como aprendimos a decir en física, vistas complementarias, suplementando una a la otra, sin narrar ninguna la historia completa. Volvamos sobre esto.

#### COMPLEMENTARIEDAD DE LOS FISICOS

Primero, fuera mejor revisar y ampliar esta idea de la complementariedad de los físicos. En su forma más sencilla, ella es

## V SENTIDO INCOMUN

que un electrón debe considerarse a veces como una onda y a veces como una partícula —esto es, una onda con la propagación continua y la interferencia característica que aprendemos a entender en el laboratorio de óptica; o como una partícula, una cosa con posición definida en todo instante, discreta, individual y atómica—. Esta misma dualidad existe en toda la materia, y en la luz. En una forma algo más sutil, esta complementariedad significa que hay situaciones en que la posición de un objeto atómico puede medirse y definirse y pensarse sin contradicción, y otras en que ello no es así, sino que otras propiedades, como la energía o el impulso del sistema, están definidas y tienen significado. Cuanto más apropiado es para describir una situación el primer modo de pensar, más totalmente inapropiado el segundo, de modo que en efecto no hay situaciones atómicas en que ambos, impulso y posición, estén definidos lo bastante para permitir el tipo de predicción con que la mecánica de Newton nos familiarizó.

No se trata solamente de que cuando hemos hecho una observación sobre un sistema y determinado, digamos, su posición, no conocemos su impulso. Eso es verdad, pero hay más verdad que eso. Podríamos decir, que conocemos la posición del sistema y que puede tener uno cualquiera de cierto número de impulsos diferentes. Si tratamos de predecir su comportamiento sobre esa base, como una clase de comportamiento promedio de todos los objetos que tienen la posición medida y poseen diferentes impulsos, no medidos, y calculamos el resultado promedio según las leyes de Newton, obtenemos un resultado completamente diferente a lo que hallamos en la naturaleza. Esto es a causa de la particular propiedad que carece de analogía en la mecánica de objetos grandes, de interferencia entre las dos ondas que representan las consecuencias de suponer un impulso, y las de suponer otro. Es decir, no nos es permitido suponer qué posición y velocidad sean atributos de un sistema atómico, atributos conocidos unos y desconocidos otros, pero cognoscibles otros. Hemos de reconocer que el intento de descubrir estos atributos desconocidos nos haría perder los conocidos; que tenemos una elección, una alternativa y que esto corresponde a los diferentes mo-

dos con que podemos observar nuestro átomo o experimentar con él.

Tenemos un estado de cosas completamente definido por la naturaleza de la observación y por su resultado. La naturaleza determina cuales propiedades del sistema han de estar bien y cuales mal, definidas en ese estado. El resultado es entonces la determinación, por medición de las cantidades bien definidas. El estado es así un sumario, simbólico e incómodamente abstracto para exposición general de la clase de observación que hicimos, y lo que hallamos por ella. Codifica las características de la disposición experimental que merecen fe en el sentido de que el equipo que utilizamos registra algo que conocemos respecto a los sistemas atómicos. También describe las características que son indeterminadas, en el sentido de que no sólo pueden haber sido perturbadas y alteradas, sino que su perturbación no puede ser registrada o controlada sin la pérdida, en el experimento, de toda posibilidad de medir lo que esperaba medirse.

#### DIFERENTES EXPERIMENTOS

Este estado, esta descripción, no es la única forma de ocuparse del átomo. Es el único medio adecuado a la información que poseemos y a los métodos utilizados para obtenerla. Es el resumen total de dicha información y nos dice todo lo que podemos hallar, si es que el experimento fué efectuado correcta y escrupulosamente. No es todo lo que pudiéramos haber hallado de haber elegido otro experimento; es todo lo que correspondía hallar en éste. Este estado es objetivo. Podemos calcular sus propiedades, reproducirlo con átomos similares en otra ocasión, verificar sus propiedades y su forma de variar en el tiempo.

No hay elementos arbitrarios o subjetivos. Una vez efectuado nuestro experimento y registrado su resultado y dejado el átomo, conocemos su significación y su saldo; podemos olvidar los detalles de como conseguimos nuestra información.

Pero aunque el estado del sistema sea objetivo, no es en general posible una imagen mecánica de su modo de formación. Hay un muy vívido ejemplo de esto, famoso por la parte que jugó en los debates entre Einstein y Bohr sobre el sentido y la aplicabilidad de la teoría atómica. Puede expresarse sencillamente: supongamos tener dos objetos; uno de ellos puede ser un electrón, o un átomo, y será el que deseamos estudiar. El otro puede ser un trozo de materia re-



lativamente grande, una pantalla con un agujero u otro cuerpo cualquiera, pero debe ser pesado, a fin de que su movimiento sea insignificante comparado con el del electrón. Supongamos que por mediciones conocemos el impulso de ambos objetos y los hacemos chocar con el resultado de que el electrón pasa por el agujero o rebota en el cuerpo. Si, después del choque, medimos el impulso del cuerpo pesado conoceremos el del electrón, porque como nos dice la tercera ley de Newton, la suma de los impulsos no se modifica en el choque. En ese caso tendríamos un estado del electrón con impulso bien definido; definido con tanta precisión como fuese la precisión de nuestras mediciones. Si, por otra parte observamos la posición del cuerpo pesado, sabríamos donde estuvo el más liviano en el momento del choque, y tendríamos una descripción completamente diferente de su estado, teniendo bien definida su posición y no su impulso. O, en el lenguaje de las ondas, una onda esférica con su centro en el punto del choque y no una onda plana con dirección y longitud de onda correspondientes al impulso.

#### VERIFICACION DE DOS ESTADOS DISIMILARES DEL ELECTRON

Tenemos así la opción de verificar uno u otro de dos estados completamente disimilares del electrón, elitiendo las observaciones a efectuar sobre el cuerpo pesado con el que estuvo una vez en interacción. No estamos alterando físicamente al electrón ni calificándolo en ningún sentido; estamos definiendo una parte, aunque en este caso una parte final del procedimiento experimental, de la misma naturaleza del experimento en sí. Si no utilizamos esa opción y dejamos al cuerpo pesado sin medir su impulso ni definir su posición, no sabemos nada del electrón. No tiene estado y no estamos preparados para predecir lo que le ocurrirá o lo que averiguaremos si tentamos otra vez de experimentar con él. No se puede objetivar el electrón de una manera independiente de los medios elegidos para observarlo y estudiarlo. La única propiedad que sin tal consideración podemos asignarle, es nuestra ignorancia total. Esto es una manera aguda de recordarnos que hay modos de pensar sobre las cosas, que parecen naturales e inevitables y casi aparentan no depender tanto de la experiencia como de las calidades inherentes del pensamiento y la naturaleza, estando de hecho basados en la experiencia; y que hay partes de la experiencia hechas accesibles por exploración y refinamiento experimental, a las cuales no son aplicables esos modos de pensar.

Es importante recordar que, si es necesaria una consideración más sutil de las propiedades de un electrón en un sis-

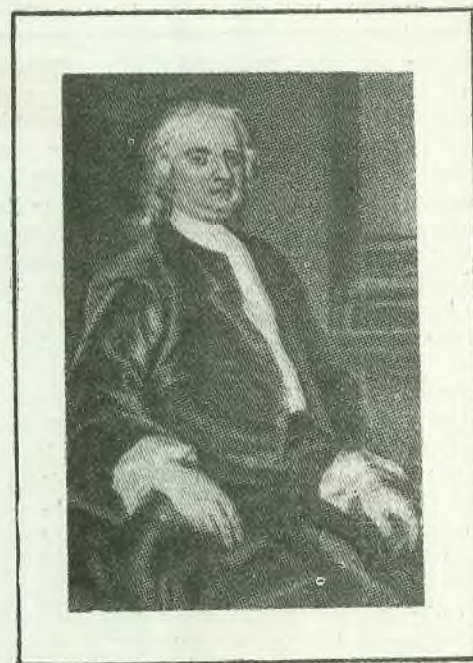
tema atómico para describir el caudal de experiencia que hemos adquirido con esos sistemas, todo reside en la aceptación sin revisión de las descripciones tradicionales del comportamiento de objetos grandes. Las mediciones de que hemos hablado en forma tan abstracta se reducen finalmente en el hecho de mirar la posición de una aguja, leer la hora en un reloj, o medir donde aparecen un resplandor de luz o un punto oscuro en una placa fotográfica o una pantalla fosforescente. Todas se basan en reducir la experiencia con sistemas atómicos, a experiencia y observación hechas manifiestas, inambiguas y objetivas en el comportamiento de objetos grandes, donde las precauciones e incertidumbres del dominio atómico no son directamente aplicables. Por eso es que los refinamientos siempre en aumento y las revisiones críticas de la forma en que hablamos de partes remotas o pequeñas, o inaccesibles del mundo físico, no tienen aplicación directa al mundo físico familiar de la experiencia común.

#### CUANDO EL SENTIDO COMUN SE EQUIVOCA

El sentido común no se equivoca en ver que tiene significado, es apropiado y necesario hablar de los objetos grandes de nuestra experiencia diaria, como si tuviesen una velocidad conocida y una posición conocida, y todo lo demás. Solamente se equivoca si insiste en que lo que es familiar debe reaparecer en lo que no es familiar. Se equivoca sólo si nos lleva a esperar que todo país que visitemos sea como el último que vimos. El sentido común, como herencia común de milenios de vida común, puede llevarnos a error si olvidamos totalmente las circunstancias a las que esa vida común se ha restringido.

El mal entendimiento de estas relaciones ha llevado a los hombres a desear extraer de los nuevos descubrimientos y especialmente de los del dominio atómico, consecuencias de largo alcance para los asuntos ordinarios de los hombres. Así se cotó que, ya que las leyes últimas del comportamiento atómico no son estrictamente causales ni estrictamente determinadas, no podía ser mantenido el famoso argumento de Laplace en pro de un universo completamente determinado. Y hubo hombres que creyeron haber descubierto, en el carácter acausal e indeterminado de los eventos atómicos, la base física de ese sentido de libertad que caracteriza el comportamiento del hombre frente a la decisión y la responsabilidad.

De un similar modo superficial se indicó que, como el estado de un sistema atómico requiere observación para ser definido, así el curso de fenómenos fisiológicos podría también modificarse de



NEWTON  
... cien años después...

modo irreparable por el esfuerzo mismo de sondearlos, tal como los pensamientos del hombre son alterados por el hecho de haberlos formulado y expresado. Naturalmente, no es el hecho de que la observación pueda modificar el estado de un sistema atómico lo que da origen a la necesidad de una descripción complementaria; lo decisivo es el hecho de que, si la observación ha de tener significado, excluirá todo análisis o control de dicha modificación.

Pero estas aplicaciones incorrectas de los resultados de la física atómica a los hechos humanos, no comportan que no haya analogías válidas. Estas analogías, en la naturaleza de las cosas, serán menos agudas, menos apremiantes, menos ingeniosas. Se basarán sobre el hecho de que modos de pensar complementarios y descripciones complementarias de la realidad son una antigua y constante parte de nuestra tradición. Todo lo que la experiencia de la física atómica puede hacer en estos asuntos es recordarnos, y tranquilizarnos en cierto modo, que estas maneras de hablar y pensar pueden ser concretas, apropiadas, precisas y libres de obscurantismo.

Hay varios ejemplos que son aclarados por la complementariedad de la teoría atómica y a su vez aclaran a ésta. Algunos de ellos provienen de partes muy diferentes de la vida humana y algunos de partes más antiguas de la ciencia. Hay uno en la física misma de gran significado, tanto en sus analogías como en sus puntos de diferencias. Uno de los grandes triunfos de la física del siglo XIX es la teoría cinética del calor, lo que se denomina mecánica estadística. Esta es a la vez una interpretación y una deducción de muchas de las propiedades y tendencias de la materia en los obje-

tos grandes; por ejemplo, de la tendencia que representan los cuerpos que pueden intercambiar calor a igualar sus temperaturas, o de la densidad de un gas a uniformarse en un recipiente, o la del trabajo a disiparse en calor, o, en forma general, la de todos esos procesos irreversibles de la naturaleza en las que la entropía de los sistemas aumenta y las formas se hacen más uniformes y menos diferenciadas cuando se desarrollan solas.

Los fenómenos que nos ocupan aquí están definidos en términos de temperatura, densidad, presión y otras propiedades macroscópicas. La teoría cinética, mecánica estadística, interpreta el comportamiento de estos sistemas en términos de las fuerzas que actúan sobre las moléculas de que se componen y del movimiento de estas moléculas, que usualmente pueden describirse con toda exactitud por las leyes de Newton. Pero es una teoría estadística de este movimiento, y reconoce que, en efecto, en general no conocemos, y no nos interesan en detalle, las posiciones y velocidades de las moléculas mismas, sino sólo su comportamiento medio. Interpretamos la temperatura de un gas, por

ejemplo, en términos de la energía cinética media de sus moléculas, y la presión como el promedio de las fuerzas ejercidas por la colisión de estas moléculas sobre la superficie del recipiente. Esta descripción en términos de promedios, que comprende como parte propia nuestra ignorancia del estado de cosas detallado, es, en cierto sentido, complementaria de una descripción dinámica completa en términos del movimiento de las moléculas individuales.

En este sentido, la teoría cinética y la dinámica son complementarias. Una de ellas se aplica a una situación en que los esquemas individuales de comportamiento molecular son conocidos y estudiados; la otra, a una situación definida principalmente por nuestra ignorancia de estos modelos.

Pero la analogía con la complementariedad atómica es sólo parcial, porque no hay nada en la dinámica clásica, que sirva de base a la teoría cinética, que sugiera que el comportamiento de un gas sería diferente si hubiésemos cumplido la inmensa tarea de localizar y medir lo que todas las moléculas estuvieran haciendo. En verdad que en ese caso podríamos no hallar natural hablar de temperatura, porque no necesitaríamos un comportamiento promedio; tendríamos el comportamiento real, pero todavía podríamos definir la temperatura en función de la energía cinética total de las moléculas y aun encontraríamos que tendería a igualarse entre una parte y otra del sistema.

Tenemos, pues, una situa-

*Niels Bohr, que debatió con Einstein el sentido y la aplicabilidad de la teoría atómica.*

ción en que hay dos modos de definir un sistema, dos conjuntos de conceptos, dos centros de preocupación. Uno de ellos es apropiado cuando tratamos con muy pocas moléculas y deseamos saber qué hacer; el otro, cuando tenemos una gran masa de materia y sólo observaciones groseras y macroscópicas sobre ella.

Sin embargo, no hay ninguna dificultad lógica o inherente dentro del esqueleto de la física clásica que impida combinar ambas descripciones de un solo sistema; y la física clásica, repetimos, es adecuada para la mayoría, si no la totalidad, de estos problemas de la mecánica estadística. No es que no podamos hacer esto sin violar las leyes de la física; es que no tiene sentido el hacerlo, puesto que cada descripción es apropiada para un contexto muy diferente del otro. Es evidente que, si insistiésemos en la descripción detallada del movimiento de las moléculas individuales, las nociones de probabilidad, que se hacen tan esenciales para nuestra comprensión del carácter irreversible de los eventos físicos de la naturaleza, no aparecerían nunca. No tendríamos la gran visión que tenemos ahora, a saber, que la dirección de cambio en el mundo es de lo menos probable a lo más, de lo más organizado a lo menos, porque todo lo que discutiríamos sería un número increíble de órbitas y trayectorias y choques. Nos parecería un gran milagro que, con ecuaciones de movimiento, que permiten para cada movimiento uno exactamente opuesto, pudiéramos emerger, sin embargo, a un mundo en que hay tendencia a un cambio en el tiempo que es irreversible, inconfundible, y familiar en toda nuestra experiencia física.

## LA CRECIENTE UNIDAD DE LA CIENCIA

Al considerar las relaciones entre las varias ciencias, hay casos similares de puntos de vista complementarios. En muchos casos no es claro si éste es el mismo tipo de complementariedad que tenemos entre las descripciones estadísticas y dinámicas de un gas, es decir, un contraste de intereses y terminología, pero no

una inaplicabilidad inherente de dos modos de hablar, o si, por el contrario, la situación es más próxima a la de la física atómica, donde la naturaleza del mundo es tal que los dos modos de descripción no pueden aplicarse a la vez a la misma situación. Cada ciencia tiene su propio lenguaje, pero existen diccionarios de traducción para esos lenguajes y éstos señalan un creciente entendimiento y unidad de la ciencia en conjunto. No es siempre claro si los diccionarios serán completos: entre la física y la química aparentemente lo son. Todo lo que el químico observa y explica puede ser dicho en términos de mecánica atómica, y la mayor parte por lo menos puede entenderse.

Sin embargo, nadie sugiere que, al tratar las complejas formas químicas que son de interés biológico, fuese de utilidad el lenguaje de la física atómica. Más bien tendería a oscurecer las grandes regularidades de la bioquímica, tal como la descripción dinámica de un gas oscurecería su comportamiento termodinámico.

El contraste se hace más marcado cuando consideramos la descripción fisicoquímica de formas vivas. Aquí, a pesar de la incura milagrosa de las herramientas del análisis químico, del uso extensivo no sólo del microscopio, sino también del microscopio electrónico, para determinar detalles menudos de la estructura biológica, a pesar del uso de "tracers" para seguir cambios en escala molecular, todavía han surgido dudas respecto a si esta descripción puede, en la naturaleza de las cosas, considerarse completa.

La cuestión comprende dos puntos: el primero se relaciona con la imposibilidad de aislar totalmente un sistema biológico de su medio físico sin matarlo; el segundo, con la posibilidad de que un estudio fisicoquímico realmente completo de las estructuras básicas en los procesos biológicos —de los genes, digamos, en los núcleos de las células en fisión— podría no ser incompatible con el curso no perturbado de la vida misma. Pareciera ser opinión general de los biólogos que ninguna de tales limitaciones será decisiva; que una descripción completa de la bio-





*Una original interpretación del dibujante A. M. Paz de la evolución de la ciencia. Desde Newton, el infatigable afán del hombre ha venido tratando de hurgar en los secretos de la naturaleza por medio de la investigación, hasta llegar a la época presente, ubicada ya en los anales de la humanidad como la de la energía nuclear. En aquella búsqueda siempre se ha mirado con el corazón en procura del bien común. El árbol de la ciencia, partiendo de la columna en que lo asentó Newton, culmina en la fuerza atómica, de la cual es de esperar que surja una nueva humanidad, unida en el amor y la hermandad. Desde ella una nueva escalera conducirá a otros hallazgos para su mayor felicidad. El cráneo es la mansión de los cerebros benefactores de la humanidad a que se refiere el autor de estos trabajos, profesor Roberto Oppenheimer.*

logía será posible, no solamente en términos de los conceptos de la biología, sino en términos reductibles a los de la física y la química. Por cier-

to, una gran parte del objetivo y anhelo del progreso biológico es llevar adelante este programa tan lejos como sea posible.

Cuestiones análogas parecen ser más agudas, y su respuesta, más insegura, cuando consideramos los fenómenos de la conciencia; y a pesar de todo el progreso efectuado en la fisiología de los órganos del sentido y el cerebro, a pesar de nuestro creciente conocimiento de estas complicadas maravillas, tanto en su estructura como en su funciona-

miento, parece improbable que podamos describir en términos físicoquímicos los fenómenos fisiológicos que acompañan un pensamiento consciente, un sentimiento o la voluntad. Hoy día el resultado es inseguro. Sea cual fuere, sabemos que si se dispusiese de una explicación de la correlación física de los elementos de la conciencia, no sería en sí una descripción apropiada para

hombre pensante en sí, para la clarificación de sus ideas, la resolución de su voluntad o el deleite de su vista y su mente frente a obras de belleza. En realidad, una comprensión de la naturaleza complementaria de la vida consciente y su interpretación física me parece un elemento perdurable en el entendimiento humano y una formulación apropiada de los puntos de vista históricos designados como paralelismo psico-físico.

Porque dentro de la vida consciente y en sus relaciones con la descripción del mundo físico hay aún muchos ejemplos. Está la relación entre los lados cognoscitivo y afectivo de nuestras vidas, entre el conocimiento o análisis y la emoción o sentimiento. Existe la relación entre lo estético y lo heroico, entre el sentimiento y ese precursor y determinante de acciones, el deber ético; está la relación clásica entre el análisis de uno mismo, la determinación de los propios motivos y propósitos, y esa libertad de elegir y esa libertad de decisión y acción que le son complementarias.

Aunque alguna vez fuese posible efectuar una descripción fisicoquímica de la parte material de la conciencia, aunque la observación fisiológica o psicológica permitiese alguna vez predecir, con alguna confianza, nuestro comportamiento en momentos de decisión y en momentos de prueba, podemos estar seguros de que estos análisis y estos conocimientos, aun de existir, serán tan ajenos a los actos de decisión y a los dictados de nuestra voluntad como lo son las trayectorias de las moléculas a la entropía de un gas. Ser alcanzado por el miedo o el humor, ser movido por la belleza, cumplir un deber o una determinación, entender alguna verdad, son modos complementarios del espíritu humano. Todos forman parte de la vida espiritual del hombre. Ninguno puede reemplazar a los otros, y cuando predomina uno, los otros están en latencia.

Lo mismo que las partículas  $\alpha$  de Rutherford, que fueron para él primeramente un objeto de estudio y luego se convirtieron en herramientas de estudio, herramientas para investigar otros objetos, nuestros pensamientos y nuestras palabras pueden ser objetos de reflexión y análisis; podemos ser introspectivos, críticos o dubitativos. Pero en otros momentos y otros campos, tomadas como herramientas estas mismas palabras y estas mismas ideas, son el poder mismo de comprensión humana y los medios de nuestra ulterior ilustración.

La riqueza y variedad de la física misma, la mayor riqueza y variedad de las ciencias naturales tomadas en conjunto, la más familiar pero aun extraña y más amplia riqueza de la vida del espíritu humano, enriquecidas por senderos complementarios, no compatibles de inmediato, irreductibles uno al otro, tienen una mayor armonía. Son los elementos del dolor del hombre y su esplendor, su fragilidad y su poder, su muerte, su tránsito y sus logros imperecederos.

**P**OR algunos momentos durante estas conferencias hemos mirado juntos dentro de una de las habitaciones de la mansión llamada "ciencia" La que conocemos como teoría cuántica o teoría atómica es una habitación relativamente tranquila. Las grandes vigas que la encuadran, sus luces y sombras, sus vastos ventanales, fueron obra de una generación predecesora nuestra, hace más de dos décadas. No es completamente tranquila. Gente joven la visita, estudia en ella y pasa a otras habitaciones; y de tiempo en tiempo, alguien reordena un mueble para hacer el todo más armonioso; y muchos, como hicimos nosotros, espían a través de sus ventanas o pasan a través de ella como visitantes. No es tan antigua, pero puede oírse el sonido de la construcción de nuevas alas en las cercanías, donde hay hombres que caminan muy alto para erigir nuevos andamios, conscientes de la altura de que pueden caer. Por todas partes hay activos talleres donde trabajan los constructores y muy cerca por cierto estamos nosotros de nosotros que aprendiendo más sobre la estructura primaria de la materia, esperamos poseer algún día habitaciones tan hermosas como aquellas en que pasamos los años de nuestra juventud.

#### UNA CASA REALMENTE GRANDE

Esta casa es realmente grande. No parece haber sido construida según plano alguno, sino haber crecido como lo hace una gran ciudad. No hay una habitación central, ni corredor en el cual todos los demás desemboquen.

En la periferia trabajan hombres estudiando los vastos alcances del espacio y el estado de las cosas, hace miles de millones de años; los intrincados y sutiles, pero maravillosamente aptos, mecanismos por medio de los cuales prolifera, cambia y perdura la vida; el alcance de la mente y sus métodos de aprendizaje; excavando hondo en los átomos, y en los átomos dentro de los átomos y su orden insondable. Es una casa tan vasta que ninguno de nosotros la conoce y aun los más afor-

tunados han visto la mayor parte de sus habitaciones sólo desde el exterior o por un pasaje fugaz, como en un palacio real abierto para visitantes. Es una casa tan vasta que no hay, ni es necesario, una completa coincidencia entre el término de sus habitaciones y el comienzo de las mansiones vecinas.

No está dispuesta según una línea, ni un cuadrado, ni un círculo, ni una pirámide, sino según un magnífico azar que sugiere crecimiento e improvisación sin fin. No muchas personas habitan la casa, relativamente hablando; quizás, si contamos todas sus habitaciones y fijamos los requisitos para residir en ella en forma muy ligera, sería una décima parte del uno por ciento de los habitantes del mundo y con una definición razonable cualquiera, probablemente mucho menos. Y aun aquellos que habitan en esta casa viven en otros sitios también, en casas donde las habitaciones no es-

# LAS CIENCIAS Y LA COMUNIDAD HUMANA

## VI

tán rotuladas, teoría atómica o genética, o constitución interna de las estrellas, sino que llevan nombres muy diferentes, como poder, producción, maldad, belleza, historia, niños y verbo divino. Entramos y salimos; aun los más asiduos de nosotros no estamos ligados a su vasta estructura. Una cosa notamos en toda la casa: no hay cerraduras, no hay puertas cerradas; dondequiera que vayamos encontramos señales y usualmente palabras de bienvenida. Es una casa abierta, abierta a todos los que llegan.

Los descubrimientos de la ciencia, las nuevas habitaciones de esta gran casa, han cambiado la forma de pensar de los hombres sobre cosas que ocurren fuera de sus paredes. Tenemos ahora cierto vislumbre de la profundidad en tiempo y la vastedad en espacio del mundo físico en que vivimos. La percepción de cuán larga es nuestra historia y cuán inmenso nuestros cosmos, se hace presente aun en simples reflexiones terrenales. Hemos aprendido, de la historia natural

de la tierra y del relato de la evolución, a tener un sentido de historia, de tiempo, de cambio. Aprendemos a hablar de nosotros mismos, de la naturaleza del mundo y de su realidad como de cosas no completamente fijas en un momento inactivo y silencioso, sino como de algo que se desarrolla con novedad y variación, con caídas y renovados ascensos. Hemos comprendido algo de la armonía y belleza internas de las extrañas culturas primitivas y, a través de ellas, a ver las cualidades de nuestra propia vida en otra perspectiva y reconocer sus accidentes del mismo modo que sus necesidades inherentes. No somos, diría yo, menos patriotas, sino patriotas en otro sentido, por amar lo que es nuestro, y entender un poco el amor de otros por sus tierras y costumbres. Hemos comenzado a comprender que no solamente en su vida racional es inteligible la psiquis del hombre, que aun en lo que parecen sus acciones y sentimientos menos racionales podemos descubrir un nuevo orden. Poseemos el comienzo del conocimiento de qué es lo que hay en el hombre, y más aún en organismos simples, de verdaderamente heredable, e indicios rudimentarios de cómo ocurre esta herencia. Conocemos con detalle sorprendente cuál es la parte física en el acto de la visión y en los otros modos de percepción. Ninguna de estas nuevas ideas y nuevos puntos de vista es tan pequeña ni tiene un alcance tan limitado en su aporte al entendimiento común que no pueda por sí misma constituir un tema apropiado para "La Ciencia y el Entendimiento Común". Pero nosotros hemos estado, teniendo presente mi limitada área de experiencia, en la pequeña habitación de la casa donde se encuentra la física, en la que trabajé y enseñé algunos años.

En esta habitación, relativamente tranquila, donde hemos estado juntos, hemos encontrado cosas bastante extrañas para los que no hubieran estado antes en ella, pero, sin embargo, con reminiscencias de lo que hemos visto en otras cosas y conocido en otras épocas.

Hemos visto que, en el mundo atómico, la experiencia nos ha obligado a utilizar ideas y

descripciones que se aplican al mundo macroscópico de la materia, al mundo familiar de la física de nuestros días escolares; ideas como las de la posición de un cuerpo, su aceleración, su impulso, y las fuerzas que actúan sobre él; ideas como onda e interferencia como causa y probabilidad. Pero lo que es nuevo, lo que no fué anticipado medio siglo atrás es que, aunque para un sistema atómico hay una aplicabilidad potencial de una u otra de estas ideas, en una situación real sólo algunos de estos medios de descripción puede ser efectivo. Esto se debe a que necesitamos tomar en consideración no solamente el sistema atómico que estamos estudiando, sino también los medios que utilizamos para su observación y la actitud de estos medios experimentales para definir y medir las propiedades que deseamos conocer en ese sistema. Todos estos medios de observación son necesarios para la experiencia total del mundo atómico, pero todos menos uno están excluidos en una experiencia particular. En un caso específico hay un medio propio y consistente de describir cuál es la experiencia, qué implica, qué predice y, de esta manera, cómo tratar sus consecuencias. Pero tal caso específico excluye, por su propia existencia, la aplicación de otras ideas, otros modos de predicción y otras consecuencias. Son, decimos, complementarios; la teoría atómica es en parte la explicación de estas descripciones y en parte un entendimiento de las circunstancias en que se aplica una u otra, o una tercera, y lo mismo ocurre con la vida del hombre. Este puede ser una cualquiera de cierto número de cosas, pero no todas ellas. Puede ser un poeta, o puede ser un creador en una o en más de una ciencia, pero no serán todas las clases de hombre o todas las clases de científicos, y podrá considerarse afortunado si alcanza un poco de familiaridad con el exterior de la habitación en que trabaja.

Y lo mismo ocurre, también, con las grandes antinomias que a través de los años ha organizado y al mismo tiempo desunido la experiencia del hombre: la antinomia entre el cambio constante, la maravi-

llosa aparición y la muerte de todas las cosas terrestres, y la eternidad inherente a todo suceso; la antinomia entre crecimiento y orden; entre lo espontáneo y cambiante e irregular, y lo simétrico y equilibrado; la antinomia entre libertad y necesidad; entre acción, la vida de la voluntad, y observación y análisis y la vida de la razón; entre el interrogante "¿cómo?" y los interrogantes "¿por qué?" y "¿con qué fin?"; entre las causas que derivan de la ley natural, de regularidades invariables en el mundo natural, y aquellas otras causas que expresan propósitos y definen objetivos y fines.

### NO HAY REGLAS ESCRITAS

Lo mismo aparece en la antinomia entre el individuo y la comunidad; el hombre que es un fin en sí mismo y el hombre cuya tradición, cultura, trabajos y palabras tienen significado en términos de otros hombres y de sus relaciones con ellos. Toda nuestra experiencia ha demostrado que no podemos pensar, ni vivir en el verdadero sentido, sin referirnos a estos modos antinómicos. En ningún sentido podemos ser al mismo tiempo observadores y actores en un caso específico sin fracasar en ser realmente el uno o el otro; pero, sin embargo, sabemos que nuestra vida está construida sobre estos dos modos, que es en parte libre y en parte inevitable, en parte creación y en parte disciplina, en parte acentación y en parte esfuerzo. No tenemos leyes escritas que nos permitan elegir, pero sabemos que sólo resultan la insensatez y la muerte del espíritu cuando nosamos uno u otro, cuando erigimos uno en total y absoluto y hacemos a los otros derivados y secundarios. Reconocemos esto cuando vivimos como hombres. Conversamos entre nosotros, filosofamos, admiramos los grandes hombres y sus momentos de grandeza; leemos, estudiamos, reconocemos y amamos la afortunada unión en un hecho particular de lo que es generalmente incompatible. Con todo esto aprendemos a utilizar una razonable parte del total de los recursos del hombre. Somos, por supuesto, un conjunto de ignorantes; aun el mejor entre nosotros sólo sabe hacer bien muy

pocas cosas; y de lo que es posible conocer en hechos, sean de ciencia o de historia, sólo la porción más ínfima forma el conocimiento de un hombre dado. El mayor de los cambios que ha traído la ciencia es la agudeza del cambio; la novedad mayor, la extensión de lo nuevo. Salvo en las raras épocas de grandes desastres, las civilizaciones no han conocido alteración tan rápida en sus condiciones de vida; florecimiento tan rápido de muchas ciencias variadas; cambios tan rápidos en las ideas que tenemos sobre el mundo y uno sobre el otro. Lo que fué verdad en los días de un gran desastre o una gran derrota militar para un pueblo de cierta época, es verdad ahora para todos nosotros. En el sentido de que nuestros fines tienen poco en común con nuestros comienzos. En el término de una vida, lo que hemos aprendido en la escuela se ha vuelto inadecuado por nuevos descubrimientos y nuevas invenciones; los métodos que estudiamos en nuestra niñez son ahora escasamente apropiados para los sucesos que debemos encarar en nuestra madurez.

### LA ILUSION DEL CONOCIMIENTO UNIVERSAL

Por supuesto, en realidad, la idea del conocimiento universal ha sido siempre una ilusión, pero una ilusión creada por la visión monista del mundo en la cual unas pocas verdades centrales grandes determinan, en toda su maravillosa y sorprendente fecundidad, todo el resto de lo verdadero. No estamos tentados hoy de buscar esas llaves que revelen todo el conocimiento humano y toda la experiencia del hombre. Sabemos que somos ignorantes; lo hemos aprendido bien, y cuanto más segura y profundamente conocemos nuestro oficio, mejor apreciamos la magnitud real de nuestra profunda ignorancia.

Sabemos que éstos son límites intrínsecos compuestos, sin duda, y exagerados por la pereza y la complacencia, sin las cuales no seríamos hombres.

Pero el conocimiento se basa sobre el conocimiento; lo que es nuevo es significativo, por que difiere ligeramente de lo

que antes se conocía, éste es un mundo de fronteras, en que hasta los actores u observadores más activos estarán alejados de ella la mayor parte del tiempo. Posiblemente esta noción no era tan viva en la aldea, esa aldea de la cual aprendimos un poco, pero que probablemente no comprendemos bien, esa aldea de cambios lentos, de aislamiento y de cultura fija, que evoca nuestra nostalgia aunque no nuestra completa comprensión. Quizá en las aldeas los hombres no estaban tan solos; quizás encontraban uno en otro una comunidad fija, un acervo de conocimiento fijo que sólo crecía lentamente, un mundo único. Pero aun eso podemos dudar, porque parece haber en la cultura de esos tiempos y esos sitios vastos dominios de misterio, si no imposibles de conocer, conocidos imperfectamente, sin fin y abiertos.

En lo que respecto a nosotros, en estos tiempos de cambio, de conocimiento siempre en aumento, de poder colectivo e impotencia individual, de heroísmo y tarea intensa, de progreso y tragedia, también somos hermanos. Y si nosotros, herederos de dos milenios de tradición cristiana, entendemos que hemos llegado a ser hermanos por haber sido primero hijos, sabemos que en vastas partes del mundo donde no ha habido tradición cristiana y donde los hombres nunca han sido y podrán no ser nunca de esa fe, hay sin embargo lazos de fraternidad. Esto lo sabemos no sólo por el ideal casi universal de humana confraternidad y humana comunidad; lo sabemos de primera mano, por las más modestas, más diversas y más transitorias asociaciones que son la sustancia de nuestra vida. El ideal de la fraternidad, el ideal de la hermandad en que todos los hombres, malvados y virtuosos, infelices y afortunados, están unidos, tienen su contraparte en la experiencia de comunidades, no ideales, no universales, imperfectas, impermanentes, tan diferentes del ideal y, al mismo tiempo, tan reminiscentes de él como las ramificadas partes de la ciencia lo son del ideal de una ciencia unitaria y global visualizada en el siglo XVIII.

Cada uno de nosotros sabe por su propia experiencia en cuánto lo sobrepasa en conocimiento, comprensión, humanidad y poder una asociación de hombres, aun limitada y casual. Cada uno de nosotros a través de un amigo, un libro, o uniendo lo poco que sabe con lo que otros saben, ha roto el círculo de hierro de su frustración. Cada uno de nosotros ha pedido ayuda y la ha obtenido, y dentro de nuestra medida, también cada uno la ha ofrecido. Cada uno de nosotros sabe de esa nueva libertad sentida casi como un milagro que los hombres unidos para algún propósito definido experimentan por el poder de su común esfuerzo. Es probable que recordemos las épocas de la última guerra cuando, aun en crudas experiencias, el

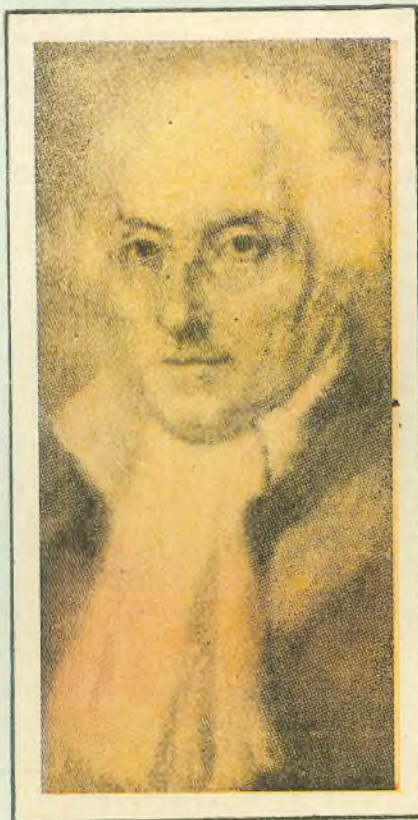


### FRANKLIN

*Fundó la Philosophical Society*

### LAPLACE

*Un universo completamente determinado*



peligro común produjo en el soldado, el obrero, el hombre de ciencia y el ingeniero, una multitud de nuevas experiencias del poder y seguridad de la vida en común, concertada y cooperativa. Cada uno de nosotros sabe en cuánto ha sido superado por el grupo del que formaba o forma parte; cada uno de nosotros ha tenido el apoyo del conocimiento de otros para su ignorancia, de la sabiduría de otros para sus desatinos, del coraje de otros para responder a sus dudas o sus debilidades.

Estas son las comunidades fluidas algunas de larga duración, cuando las circunstancias las favorecen —como un partido político o un sindicato—; otras pasajeras y vívidas, abarcando en el término de su duración sólo un momento en la vida de sus miembros; y en nuestro mundo, por lo menos, son ramificadas e improvisadas, viven y sucumben, crecen y disminuyen casi como una forma de vida. Esto puede ser más cierto con respecto a los Estados Unidos que a cualquier otro país. Ciertamente, estos aspectos bizarros y cómicos impresionaron, hace más de un siglo atrás, a Tocqueville cuando visitó nuestro país y comentó la prontitud con que los hombres se asociaban: para mejorar la instalación de una ciudad, para una reforma política, para la búsqueda o intercambio de conocimientos, o simplemente por el placer de asociarse, porque eran amigos entre sí o porque eran enemigos de otro. Las circunstancias pueden haber exagerado el papel de las sociedades de las fluidas pero intensas comunidades de los Estados Unidos; sin embargo éstas forman un esquema común en nuestra civilización. Unieron a los hombres en la Royal Society, en la Académie Française y en la Philosophical Society, que fundara Franklin; en la familia, en el pelotón, en el barco, en el laboratorio, en casi cualquier sitio menos en un club propiamente dicho.

Tendemos a considerar estas comunidades, no menos que a la gran hermandad humana, como formadas por individuos, compuestas por ellos como un átomo está formado por sus ingredientes. En forma similar pensamos de las leyes e ideas generales como compuestas por los casos particulares que las ilustran y de cuya observación podemos haberlas aprendido.

Pero esto no es todo. El acontecimiento individual, el acto, va más allá de la ley general. Es una forma de intersección de muchas generalidades que las armoniza en un ejemplo como no pueden ser armonizadas en general. Y nosotros, como hombres, no somos únicamente ingredientes de nuestras comunidades; somos su intersección y formamos una armonía que no existe entre las comunidades, excepto cuando nosotros, como individuos, podemos crearla y revelarla. Tan gran parte de lo que pensamos, de nuestros actos de nuestros juicios sobre belleza y sobre bien

y mal, llega a nosotros de otros individuos, que si lo descartáramos, el resto que quedase no sería reconocible ni humano. Somos hombres porque somos parte de comunidades, pero no porque sólo seamos parte; y el intento de comprender la hermandad del hombre en términos del individuo, describirá tan poco nuestro mundo como lo haría el tratar de describir las leyes generales por el conjunto de sus ejemplos. Estos son, indudablemente, dos puntos de vista complementarios, ninguno de ellos reducible al otro, no más reducible que el electrón como onda al electrón como partícula.

### UNA NUEVA POSIBILIDAD

Y éste es el consuelo de nuestra ignorancia. Es verdad que ninguno de nosotros sabrá mucho y que la mayoría de nosotros verá el final de sus días sin comprender en todo su detalle y belleza las maravillas descubiertas en una sola rama de una sola ciencia. La mayoría de nosotros ni siquiera llegará a conocer, como miembro de cualquier círculo íntimo, alguien que posea tal conocimiento; pero es también verdad que a pesar de nuestra seguridad de no saber todo y probablemente de no saber mucho, podemos saber todo lo que es conocido por el hombre y hasta podemos, con suerte y esfuerzo, llegar a descubrir cosas no conocidas antes por él. Esta posibilidad, que es nueva como condición universal de la vida del hombre, representa hoy una alta y determinada esperanza, no aun una realidad; para nosotros, en Inglaterra y en Estados Unidos, no es completamente remota o no familiar. Es una de las manifestaciones de nuestra creencia en la igualdad, esa creencia que puede, tal vez, ser descripta como la consecución de una diversidad y disparidad sin paralelo en la distribución de alcances, conocimiento, talento y poder.

Este acceso abierto al conocimiento, estas puertas francas y signos de bienvenida, son una marca de libertad tan fundamental como ninguna. Dan libertad para resolver diferencias por medio de la conversación y, donde la conversación no unifica, permite a la tolerancia componer la di-

versidad. Esta parecería ser una libertad apenas compatible con la moderna tiranía política. La multitud de comunidades, la asociación libre para la discusión o para un propósito común, son actos de creación. No es solamente que sin ellas el individuo sea más pobre; sin ellas una parte de la vida humana, ni más ni menos fundamental que el individuo, se encuentra excluida. Es una broma sin humor y cruel que una forma de tiranía moderna tan poderosa deba llevar el mismo nombre que la creencia en una comunidad, la palabra "comunismo", que en otras épocas evocaba memorias de villas y hosterías, de artesanos concertando sus habilidades y de hombres satisfechos con su anonimato. Pero quizá sólo un fin maligno puede seguir a la creencia sistemática que todas las comunidades son una sola comunidad, que todas las verdades son una sola verdad; que toda experiencia es compatible con cualquier otra; que es posible el conocimiento completo; que todo lo que es potencial puede existir como actual. Este no es el destino del hombre; éste no es su camino; el forzarlo a él lo hace semejante no a la divina imagen del Omnisciente y Todopoderoso, sino al prisionero desamparado y encadenado de un mundo moribundo. La sociedad abierta, el acceso sin restricciones al conocimiento, la asociación espontánea y sin inhibición de los hombres para su desarrollo, éstos serán los que podrán producir un mundo vasto, complejo, siempre creciente, siempre cambiante, siempre más especializado y tecnológicamente experto, pero, no obstante, un mundo de comunidad humana.

Lo mismo ocurre con la unidad de la ciencia, esa unidad que es más una unidad de comparable dedicación que de total entendimiento común. Esta frase alentadora, "la unidad de la ciencia", a menudo tiende a evocar un cuadro completamente falso, un cuadro de unas pocas verdades básicas, unas pocas técnicas críticas, ideas y métodos, a partir de las cuales derivan todos los descubrimientos y la comprensión de la ciencia; una especie de base central, el acceso a la cual iluminaría los

átomos y las galaxias, los genes y los órganos de los sentidos. La unidad de la ciencia se basa más bien en una comunidad tal como la que he descripto. Todas sus partes están abiertas para todos nosotros, y ésta no es una mera invitación formal. La historia de la ciencia es rica en ejemplos de la fecundidad de poner en contacto dos juegos de técnicas, dos juegos de ideas desarrolladas en recintos separados para la persecución de una nueva verdad. Las ciencias se fertilizan mutuamente, crecen por su contacto y su empresa común. Una vez más, esto significa que el hombre de ciencia puede obtener provecho estudiando otra ciencia, pero no quiere decir que tiene que aprender todas ellas. Significa que la unidad es una unidad potencial, la unidad de las cosas que pueden acercarse y echar luz una sobre la otra. No es global o total o jerárquica.

En la ciencia, aun sin haber visitado la habitación de esta casa llamada teoría atómica, se nos hace recordar una y otra vez los rasgos complementarios de nuestra propia vida, y hasta los de nuestra vida profesional. No somos nada sin el trabajo de otros, nuestros predecesores, nuestros maestros, nuestros contemporáneos. Aun cuando, en la medida de nuestra educación y nuestra plenitud, se crea un nuevo discernimiento y un nuevo orden, no somos nada sin otros individuos. Sin embargo, somos más.

Existe una dualidad similar en nuestras relaciones con la sociedad. Para la sociedad, nuestro trabajo significa muchas cosas: placer, esperamos, para los que lo observan; instrucción, para los que probablemente la necesitan; pero también, y en forma más amplia, significa un poder común, un poder de lograr lo que no hubiera podido ser logrado sin conocimiento. Significa la cura de la enfermedad y el alivio del sufrimiento, la facilitación de la labor y la ampliación de las fronteras accesibles de la experiencia, la comunicación y la instrucción. Significa, en forma directa, el poder del progreso, esa palabra enigmática. En la actualidad, estamos ansiosamente conscientes de que el poder de cambiar las cosas no siempre es bueno.

A medida que nuevos instrumentos de guerra y nuevo terror sobre las masas aumentan la ferocidad y la totalidad de la guerra, entendemos que es un signo y un problema especial de nuestra época que la constante preocupación del hombre por mejorar su suerte, por aliviar su hambre, pobreza y explotación, deba ser armonizada con la dominante necesidad de limitar y, aun más, eliminar posibilidades de violencia organizada entre nación y nación. La experta destrucción, siempre creciente, del espíritu del hombre por el poder policial, más malvado si no más terrible que la destrucción efectuada por la misma mano de la naturaleza, es otro de tales poderes, bueno solamente si no se utiliza jamás.

Consideramos justo y propio que el patrocinio de la ciencia por la sociedad esté basado en gran medida en el aumento de poder que el conocimiento da. Si estamos ansiosos de que el poder así dado y así obtenido sea utilizado con sabiduría y amor a la humanidad, esta ansiedad la compartimos con casi todos los vivientes. Pero también sabemos que escasa parte del nuevo y profundo conocimiento que ha alterado la faz del mundo, que ha cambiado más, y aun más profundamente ha de cambiar las opiniones del hombre sobre el mundo, que escasa parte ha resultado de las investigaciones con fines prácticos o por interés de ejercitar el poder que nos brinda el conocimiento. Para la mayoría de nosotros, en la mayoría de los momentos en que nos encontrábamos los más libres de corrupción, ha sido la belleza del mundo de la naturaleza y la extraña y compulsiva armonía de su orden las que nos han sostenido, inspirado y guiado. Esto también es como debería ser. Y si la forma en que la sociedad procura y ejercita este patronazgo deja a estos incentivos fuertes y seguros, el nuevo conocimiento nunca se detendrá mientras exista la humanidad.

Sabemos que nuestro trabajo es, verdaderamente, un instrumento y un fin. Un gran descubrimiento es un objeto de belleza; y nuestra fe, esa fe silenciosa que nos une, está en que el conocimiento es bueno

(Continúa en la pág. 78)

**E**L problema que se desea resolver es el siguiente: dada una fuente cualquiera de neutrones polienergéticos, determinar cuántos de éstos, por centímetro cuadrado y en una unidad de tiempo, llegan a una región dada del espacio, ya sea en forma directa o por dispersión.

Si se conoce el espectro de neutrones en dicha región, es posible utilizar un detector cuya eficiencia, o bien es independiente de la energía de los neutrones o es conocida en función de ésta; en caso de no conocerse el espectro, es preciso utilizar un detector que satisfaga la primera posibilidad en el mayor grado obtenible.

Si, además, la cantidad de neutrones en dicha región es baja, es necesario que la eficiencia del detector sea alta. Como

de núcleos-blancos que han reaccionado con los neutrones. Pero siendo el producto inactivo, una determinación experimental de la fracción mencionada en a) es imposible.

2º) El núcleo-producto es activo. Se mantiene la condición a) pero ahora, a diferencia de b), se puede admitir el uso de carriers en el filtrado, cuidando tan sólo que la actividad específica del precipitado que se obtenga sea relativamente alta, ya que, ahora, se determinará la fracción de blanco que ha reaccionado con los neutrones en base a la actividad del precipitado. Veremos que la fracción mencionada en a) se puede determinar con relativa facilidad.

La condición a) implica que una parte de los núcleos-producto, al menos, debe adquirir por medio de algún mecanis-

# DETERMINACION DEL FLUJO DE NEUTRONES POLIENERGETICOS DE ELEVADO GRADO DE SIMETRIA MEDIANTE EL METODO DE SZILARD-CHALMERS

POR  
RODOLFO OTHAZ y WALTER SCHLUER  
DE LA COMISION NACIONAL  
DE LA ENERGIA ATOMICA

en la mayoría de los casos los neutrones están acompañados por radiación gamma, debe ser posible detectar aquéllos en presencia de ésta.

En el caso del espectro desconocido existen sólo dos tipos de detectores posibles, ambos utilizables con eficiencia alta en presencia de radiación gamma. El primero, contador largo, (Fig. 1) es independiente de la energía en un rango relativamente reducido de ésta; mientras que el segundo, baño de termalización (Fig. 2), en principio, puede ser hecho totalmente independiente de la energía, aumentando convenientemente las dimensiones geométricas.

El baño de termalización consiste en un volumen de agua (generalmente de 10 a 1.000 litros), en el cual se ha disuelto una sustancia tal que algunos de los núcleos atómicos que la componen reaccionen con neutrones lentos y térmicos. Como, con un volumen suficientemente grande, hasta los neutrones más energéticos son termalizados, es posible determinar el flujo de neutrones incidentes si se conoce la fracción de núcleos-blancos que ha reaccionado con los neutrones. Es, pues, necesario poder separar fácilmente de la solución al átomo producto de dicha reacción.

A este respecto pueden presentarse dos casos:

- 1º) El núcleo-producto es inactivo. Debe entonces:
  - a) Aparecer una fracción (perfectamente conocida) formando compuestos distintos a los del blanco.
  - b) Ser separable esta fracción por filtrado, **sin el agregado de carriers.**

Una pesada bastará entonces para determinar la fracción

mo, una energía de retroceso suficiente para romper los vínculos que la unen al compuesto disuelto en el agua para servir de blanco.

## II — ELECCION DEL BLANCO

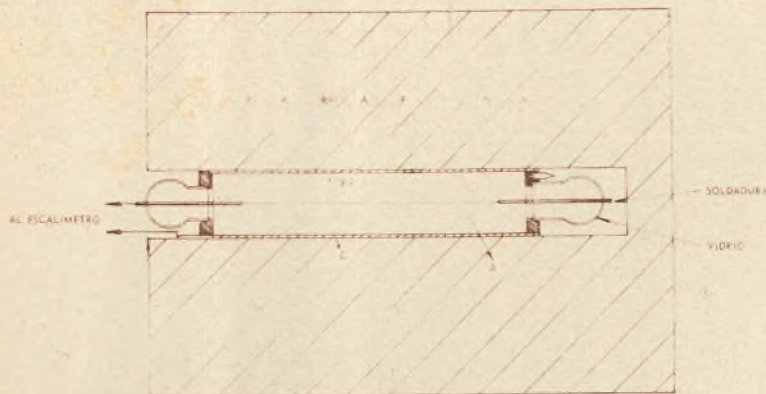
Si una sustancia es bombardeada con neutrones, las reacciones nucleares que sufren los átomos que la componen pueden clasificarse en dos tipos:

1º) El átomo-producto no es isótopo del blanco.

2º) Lo es toda reacción nuclear en la cual el átomo-producto es isótopo del átomo-blanco: se denomina "proceso Szilard-Chalmers", sea que sobre este último incidieran rayos x, gamma o partículas; existen 4 esquemas:  $(n, \gamma)$ ,  $(n, 2n)$ ,  $(\gamma, n)$  y  $(d, p)$ .

Si consideramos el primer tipo, en caso de ser el proyectil incidente un neutrón, es evidente que deberá ser emitida una partícula pesada (p, d, alfa) o un electrón. Empero, la desexcitación del núcleo bombardeado por emisión  $\beta$  es muy poco probable, ya que ésta es sumamente lenta frente a la vida media de un nivel excitado (en cambio, el núcleo desexcitado es muchas veces inestable respecto de desintegración beta). Asimismo, es prácticamente imposible observar deuterones emitidos en el proceso de desexcitación, debido a su poca estabilidad intrínseca. Para la emisión de un protón es necesario, en la mayoría de los casos, que la energía de excitación del núcleo compuesto sea no menor a unos 8 Mev (energía media de ligadura de los nucleones). Para la emisión de una partícula





Consiste en un cilindro de bronce C (cátodo) con un filamento central A de tungsteno (ánodo) y llenado con gas trifluoruro de boro (BF<sub>3</sub>). El boro posee alta sección eficaz de captura para neutrones térmicos dando lugar a la reacción B<sup>10</sup> (n, α) Li<sup>7</sup>; tanto la partícula alfa como el Li<sup>7</sup> son responsables de la ionización en el contador. Si se desea detectar neutrones rápidos, el Contador es rodeado por un cilindro de parafina a fin de esta manera termalizar aquéllos por choque elástico.

a, a menos que el Z del blanco sea sumamente bajo, se comprende que dicha energía de excitación debe ser aún mayor.

Procesos (n, p) con neutrones térmicos, se conocen sólo dos: Cl<sup>35</sup> (n, p) S<sup>35</sup> (sección eficaz 0.17 barns) y N<sup>14</sup> (n, p) C<sup>14</sup> (sección eficaz 1.4 barns), siendo ambos productos β activos. En base al Q de las reacciones es posible calcular que la energía de retroceso del S<sup>35</sup> es de 18 kev, y la del C<sup>14</sup>, de 40 kev. Estas energías son muy superiores a las de unión química, y por lo tanto es de suponer que los átomos de S<sup>35</sup> y C<sup>14</sup> rompan sus vínculos moleculares con la sustancia-blanco disuelta en el agua. La energía en exceso será utilizada, en parte, en producir rupturas moleculares al atravesar los átomos las moléculas que rodean al blanco. Tras haber perdido la mayor parte de su energía es de esperar que el átomo en cuestión se combine con algunos de los fragmentos moleculares que ha producido en la última parte de su recorrido (pudiéndose, incluso, reformar la molécula original). Como los compuestos en que aparece el producto son varios y su separación por filtrado es imposible sin el agregado de carriers, la actividad específica del precipitado será baja. Además, si bien las abundancias naturales del N<sup>14</sup> y del Cl<sup>35</sup> son altas, la sección eficaz baja y el tiempo mitad de 5600 años del C<sup>14</sup> son factores prohibitivos para la utilización del N<sup>14</sup> como detector; la sección eficaz baja y el tiempo mitad de 87.1 días del S<sup>35</sup> son factores muy desventajosos para el Cl<sup>35</sup>.

El único proceso (n, α) con neutrones térmicos que se conoce es B<sup>10</sup> (n, α) Li<sup>7</sup>. A pesar de su gran sección eficaz y aceptable abundancia natural (18.83%), esta reacción no es utilizable, pues pertenece al grupo 1 mencionado al final de la sección anterior.

Como queremos aplicarlas a la detección de neutrones, del segundo tipo de reacciones sólo nos interesan los procesos (n, γ) que dan productos activos. Estos, ya que la energía de excitación del núcleo compuesto puede ser menor que 8 Mev., son abundantes. En la sección III) mostraremos que la energía de retroceso de los núcleos-producto es, aún en estos casos, generalmente suficiente para romper los vínculos moleculares. McKay (1) da unas 60 citas referentes a procesos Szilard-Chalmers (n, γ); Broda (2) tabula unos 45 procesos (n, γ) con neutrones térmicos. La elección del blanco debe surgir de un compromiso entre los siguientes factores:

a) Gran abundancia natural del núcleo-blanco; b) gran sección eficaz del núcleo blanco; c) vida media conveniente del núcleo-producto; d) facilidad de extracción de los compuestos del núcleo-producto de la solución; e) gran solubilidad de la sustancia-blanco en agua; f) costo bajo.

Teniendo en cuenta todos estos factores, los blancos más convenientes —y altamente preferibles al N<sup>14</sup> o Cl<sup>35</sup>— resultan:

Blanco	Abundancia	Sección eficaz	Producto	Tiempo mitad
Mn <sup>55</sup>	100 %	12.6 ± 0.6 b	Mn <sup>56</sup>	2.59 h
I <sup>127</sup>	100 %	6.7 ± 0.6 b	I <sup>128</sup>	25 min.

### III — CONSIDERACIONES ENERGETICAS (2) (3)

El rayo γ emitido por el núcleo excitado posee impulso:

$$p = h\gamma/c = E\gamma/c \quad (1)$$

La energía de retroceso del núcleo-producto será:

$$E_r = \frac{1}{2} m v^2 = p^2/2m = (E\gamma)^2/2mc^2 \quad (2)$$

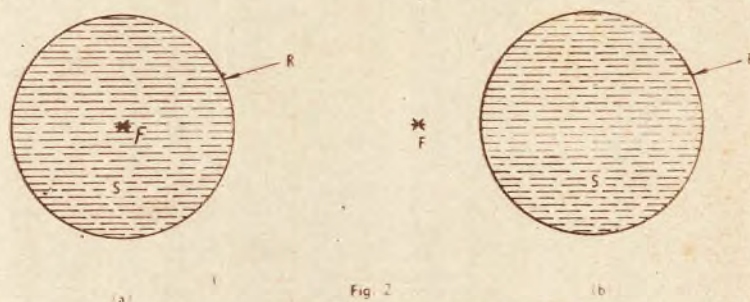
siendo m, en primera aproximación, el producto de la masa del H, m<sub>H</sub>, por el número de masa, A, del núcleo-producto.

Por lo tanto:

$$E_r = \frac{E\gamma^2}{A(2m_H c^2)} \quad (3)$$

Si E<sub>γ</sub> y m<sub>H</sub>c<sup>2</sup> se expresan en Mev (teniendo en cuenta que m<sub>H</sub>c<sup>2</sup> = 9.36 x 10<sup>8</sup> eV) se obtiene:

$$E_r = \frac{536 E\gamma^2}{A} \text{ eV} \quad (4)$$



F: fuente de neutrones; S: solución activable; R: recipiente. a) Se desea determinar la cantidad total de neutrones emitidos por la fuente en la unidad de tiempo: la fuente está en el centro del baño. b) Se desea determinar la cantidad de neutrones que llegan a una zona alejada de la fuente por cm<sup>2</sup> y por unidad de tiempo: la fuente es exterior al baño.

El núcleo emisor adquiere en el instante de la emisión la energía cinética de retroceso dada por la (4) y, debido al hecho de estar químicamente ligado al resto de la molécula, parte de esa energía la comunica a ésta, también en forma de energía cinética. Pero si la energía de ligadura es pequeña comparada con la energía cinética inicial del núcleo, aquélla se rompe antes de que el resto de la molécula haya alcanzado la misma velocidad que el núcleo y, en ese caso, la molécula queda disociada.

Puede ocurrir, sin embargo, que ambas velocidades se hagan iguales sin que se produzca la disociación. En tal caso, la energía interna de excitación de la molécula habrá alcanzado su máximo:

$$E_a = E_r \frac{(A + R) m_H v_i^2}{2} \quad (5)$$

donde v<sub>i</sub> es la velocidad final.

Debido a la ley de conservación del impulso vale:

$$A \cdot m_H \cdot v = (A + R) m_H v_i$$

donde el primer miembro es la energía cinética inicial del núcleo producto y el segundo la energía cinética final de la molécula completa.

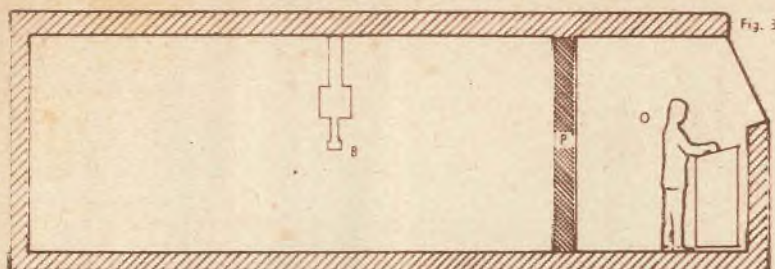


Fig. 3  
B: blanco del acelerador en cascadas. O: operador del equipo. P: pared de hormigón. Está comprobado que los neutrones son muy dañinos para la salud. Es preciso saber cuántos de los que emergen del blanco (B) del acelerador llegan en realidad hasta el operador (O) del equipo.

Combinando las expresiones (2), (3) y (4) resulta entonces:

$$E_a = E_r \cdot \frac{R}{A + R} \quad (7)$$

Como las energías de unión química entre un átomo cualquiera y el resto de la molécula a la cual pertenece son del orden de 2 a 5 ev., la (4) nos dice que, generalmente,  $E_r$  será suficiente para romper el vínculo. Efectivamente; Kikuchi, Fushimi y Aoki (4) mostraron que la energía media de los rayos gamma de desexcitación varía entre 4 y 7 Mev. Esto, ya que la energía de unión de los nucleones es de aproximadamente 8 Mev., implica que la energía de desexcitación difícilmente se reparta en más de 2 ó 3 rayos  $\gamma$ , siendo a su vez poco probable que un solo  $\gamma$  sea emitido. La siguiente tabla es ilustrativa:

A	E Mev.	$E_r$ ev.
300	6	64.5
	3	15.0
100	6	193.0
	3	48.0
56	6	344.0
	3	86.0

Se ve que, aun en el caso de la emisión de una cascada doble o triple, debe existir una alta correlación entre las direcciones de emisión, unida a una pequeña diferencia en la energía de los rayos de la cascada, para que no se rompa el vínculo. En general, esto último sucede difícilmente en una proporción mayor que el 1 o el 2 por ciento (1). Si las direcciones de emisión no están correlacionadas, existe en el caso de dos rayos una probabilidad uniforme de que la energía de retroceso esté comprendida entre:

$$\frac{536 (E_{\gamma_1} + E_{\gamma_2})^2}{A} \text{ ev} \quad \text{y} \quad \frac{536 (E_{\gamma_1} - E_{\gamma_2})^2}{A} \text{ ev} \quad (8)$$

La (7) nos dice que la máxima energía obtenible para provocar la disociación  $E_a$  aumenta con la masa de la molécula,  $A + R$   $m_H$ , a la cual está unido el núcleo excitado.

Si se disuelve  $MnO_2$ ,  $K$  o  $(MnO_4)_2$ ,  $Ca$  en agua, el  $Mn$  aparecerá formado  $MnO_4$ .

$E_a$  vale en este caso:

$$E_a = 0.533 E_r$$

En un artículo próximo se describirá en detalle la aplicación del método esbozado a la determinación del flujo, marcadamente isotrópico, de neutrones polienergéticos en una zona de ese tipo, realizada con fines de física sanitaria.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) "Progress in Nuclear Physics", I; Cap. 7, editado por O. R. Frish, 1950.
- (2) Broda, E: "Advances in Radiochemistry"; Cambridge, 1950.
- (3) Wahl and Bonner: "Radioactivity applied to chemistry". Cap. 8, Wiley, 1952.
- (4) Kikuchi, Fushimi and Aoki: "Excitation of gamma rays by neutrons; IV"; Proc. Physico-Mathematical Soc. Japan, 1936, pág. 203.

## EXAMEN MEDICO DEL PERSONAL EXPUESTO A LAS RADIACIONES

JOSE ANTONIO OLARTE

DE LA COMISION NACIONAL  
DE LA ENERGIA ATOMICA

**E**L objeto primordial de estas líneas es divulgar la importancia del examen médico del personal que está expuesto a radiaciones.

El contralor médico es una de las tantas medidas de protección que se toman en todo establecimiento donde se desarrollan actividades relacionadas con la energía nuclear.

Dado el carácter de este artículo, trataremos de reducir al mínimo la terminología especializada.

Por otra parte, juzgamos que ésta es una ocasión propicia para insistir en materia de protección radiológica, contribuyendo a que las personas que manejan sustancias radioactivas no incurran en los lamentables errores que cometieron sus antecesores durante las primeras épocas del Rádium y en los albores de los rayos X.

Es un hecho muy conocido que a los pocos meses del descubrimiento de los rayos X se empezaron a notar algunas lesiones parecidas a las quemaduras en las personas que manejaban este tipo de radiaciones. Cuando se comenzó a utilizar el Rádium ocurrieron fenómenos semejantes. No obstante conocerse el peligro de las radiaciones, mucho se tardó en organizar en una forma racional la protección personal. Asimismo las aplicaciones de radioterapia en manos poco avezadas también originaron lesiones accidentales. Es de esperar que hechos semejantes no ocurran con el empleo de los radioisótopos en el terreno terapéutico.

En todo plan de trabajo tendiente a proteger al hombre que está expuesto a radiaciones intervienen fundamentalmente los siguientes objetivos:

1. — Mantenimiento del estado de salud controlado por medio de exámenes clínicos periódicos.
2. — Análisis repetidos de la sangre confeccionando un hemograma completo.
3. — Desarrollo de medidas de protección generales e individuales.
4. — Establecer las dosis máximas permisibles.
5. — Considerar las diferencias de calidad y cantidad de las distintas radiaciones.

### EL CONTRALOR MEDICO EN LA COMISION NACIONAL DE LA ENERGIA ATOMICA

Dado el incremento de la energía nuclear en nuestro país, se irán presentando paulatinamente proble-

mas médicos. Para tener una idea de la situación actual es suficiente tener presente las realizaciones concretadas hasta el momento en la Comisión Nacional de la Energía Atómica. Con esto queremos referirnos principalmente al acelerador en cascada, al sincrociclotrón, a los laboratorios de Radioquímica y a las aplicaciones de los Radioisótopos en la Medicina.

Como la República Argentina está actualmente ubicada entre los países que marchan a la vanguardia en materia atómica, consideramos que es una razón poderosa para que en todo lo relacionado con la protección intentemos situarnos paralelamente con el adelanto de la física nuclear del país. Así lo entendió el Departamento de Medicina y Biología de la C.N.E.A. cuando organizó y puso en marcha la Sección Protección y contralor médico.

Esta sección, considerada desde el punto de vista orgánico, consta de dos subsecciones: una la Subsección Médica y otra la Subsección de Física Radiológica Sanitaria. En la sede central de la C.N.E.A. se dispone de gabinetes y laboratorios diseñados especialmente para esta clase de exámenes. El recinto de la sección Protección está dividido en tres ambientes principales: un Gabinete de Exámenes Clínicos y Sala de Primeros Auxilios, una sala de Física Radiológica Sanitaria con su cuarto oscuro adjunto y por último un Laboratorio de Exámenes Hematológicos.

Al solo efecto de los exámenes de Protección e independientemente de su jerarquía, el personal de la C.N.E.A. ha sido dividido en tres grupos. El Grupo "A" comprende aquellas personas que están expuestas a radiaciones; en el Grupo "B" se incluye a los individuos que trabajan sólo ocasionalmente con materiales radiactivos; el resto del personal está clasificado en el Grupo "C".

### EL INTERROGATORIO

Cuando se confecciona la Historia Clínica, el interrogatorio difiere un poco de la práctica médica corriente, pues además de anotarse los ante-

cedentes familiares y personales, hay que consignar una serie de datos relacionados con el tipo de trabajo desarrollado por cada uno de los operarios. Decimos operarios en el sentido genérico, pues tanto los profesionales como los técnicos y el personal de limpieza están sometidos a un riesgo común.

Pese a que la sintomatología objetiva resulte negativa y a que no se evidencie el más mínimo signo de agresión, la conversación hay que dirigirla en forma tal que el paciente relate con lujo de detalles todas sus actividades específicas. Es muy importante comprobar si el Laboratorio es poco o muy activo, situarse mentalmente en el ambiente de trabajo y si es necesario completar con una inspección ocular, conocer con qué nucleidos se está trabajando, cuánto tiempo duran las experiencias, qué tipo de radiaciones entran en juego, cuáles son las dosis recibidas por los operadores y qué medidas se han tomado para la protección general e individual.

### EXAMEN CLINICO Y LESIONES

El caudal de conocimientos de las afecciones radiactivas se ha formado en base a la casuística de las lesiones producidas por los rayos X, a las explosiones atómicas de la última guerra, a la experimentación animal y a las lesiones accidentales en el empleo de los radioisótopos y equipos generadores de energía nuclear.

En la clínica de las enfermedades producidas por las emanaciones radiactivas, hay que conocer las propiedades físicas de las distintas radiaciones. Así, en el caso de las partículas Alfa hay que saber que son frenadas por escasos centímetros de aire o por las capas mas superficiales de la epidermis y que por lo tanto no ejercen mayor acción sobre los tegumentos; por el contrario, pueden originar serias lesiones cuando son ingeridas o inhaladas. Manejando emisores de partículas Beta, que son más penetrantes, hay que tomar mayores precauciones.

Tanto los rayos X como los rayos Gamma, aunque generados de distintas maneras, tie-



*En el Laboratorio de Exámenes Hematológicos se realizan Hemogramas repetidos de todas las personas que tienen contacto con materiales radiactivos, en constante preocupación por resguardar su salud.*

nen propiedades físicas semejantes. En este caso hay que recordar que son radiaciones electromagnéticas, de muy corta longitud de onda y muy penetrantes. No nos extendemos en considerar las lesiones producidas por los neutrones.

Para tener una idea general de las lesiones específicas producidas por las radiaciones hay que estudiar los efectos generales sobre el organismo, las modificaciones en la sangre, las afecciones superficiales, los efectos genéticos y las neoformaciones malignas. A su vez, hay que tener en cuenta que el efecto de la radiación es tanto más intenso sobre las células cuanto más grande es su actividad reproductora y cuanto más definida es su morfología.

Es un hecho evidente que las radiaciones nucleares producen lesiones en los tejidos mediante procesos complejos, de los cuales se conocen mejor los de ionización y excitación; estos mecanismos originan la muerte de las células, dependiendo de la cantidad de células dañadas el grado de lesión existente.

Una de las lesiones más comunes son las radiodermitis, es decir, distintas formas de reacción inflamatoria de la piel, que no sólo afectan la epidermis y el dermis sino también que atacan las fanelas. Por lo tanto, en el examen clínico hay que prestar espe-

cial atención a la piel y mucosa, principalmente en las partes descubiertas.

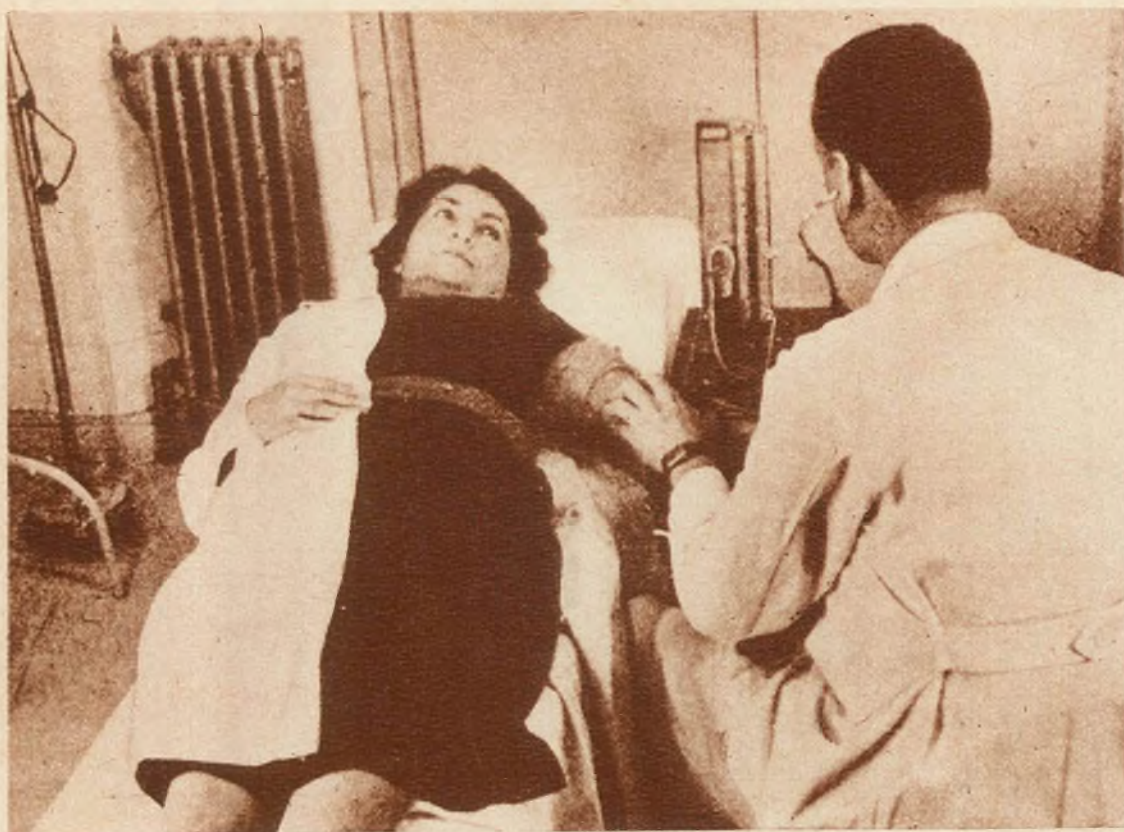
El examen de la sangre, mediante una serie de análisis periódicos, es uno de los elementos de juicio más valioso para detectar el comienzo de un sufrimiento orgánico producido por las radiaciones. Dada su gran importancia, dejaremos este tema para tratarlo más extensamente en otra oportunidad.

Como hasta el momento actual es muy poco lo que se conoce en cuanto a tratamiento de las lesiones que estudiamos, sólo nos contentaremos con decir que lo fundamental es alejar temporaria o definitivamente al hombre afectado y apuntalarle las defensas orgánicas en espera de que los mecanismos fisiológicos compensadores contribuyan al restablecimiento total.

### PROBLEMAS PSICOLÓGICOS

Dentro del panorama presentado por la Física Nuclear a la Medicina, uno de los aspectos que aún no ha sido estudiado profundamente es el enfoque de los problemas psicológicos.

En ocasiones el médico examinador tiene que evacuar la consulta al modo psicossomático, y vaya por ejemplo el caso del paciente que presenta un síndrome producido por el temor a las radiaciones o



*El personal de la Comisión Nacional de la Energía Atómica es sometido periódicamente a rigurosos exámenes médicos en los gabinetes de reconocimientos clínicos que posee el mencionado organismo.*

cuando el enfermo quiere relacionar la sintomatología de una afección intercurrente con los probables efectos de la radiactividad.

En cada caso particular hay que tener en cuenta tanto lo temporal como lo caracterológico, y es así como se observan las más variadas reacciones individuales cuando el hombre se enfrenta por primera vez con una actividad que implica un cierto riesgo profesional; por ejemplo, formar parte de un equipo de gente que opera un ciclotrón.

De acuerdo al grado de profundidad de los conocimientos en la especialidad, se van presentando distintas interpretaciones ideativas del mismo problema. En general, se observa que los científicos, probablemente por descenso de la fluctuación de la atención—sobre todo en personalidades afanosas— y absortos en un trabajo determinado, concentran toda su atención en el objetivo e involuntariamente se olvidan de practicar las medidas de protección individual. En el personal auxiliar del laboratorio, principalmente en aquellos que recién comienzan, se puede llegar a comprobar el fenómeno del temor a lo desconocido, que podría llegar a crear estados de alarma interior traducidos por cuadros de ansiedad, fobia,

depresiones, etc. Afortunadamente estos síndromes desaparecen generalmente con una velocidad proporcional a la de su instalación.

#### ASPECTO MEDICOLEGAL

En el contralor médico del personal de un establecimiento de energía atómica no debe ser descuidada la faz medicolegal, dado que problemas de esta clase se pueden presentar en un momento dado. Desde el examen de ingreso se deben tomar las providencias del caso para poseer una declaración jurada de cada candidato o donde conste si estuvo trabajando anteriormente, con material radiactivo, si por alguna razón médica recibió tratamiento radioterápico o si manejó alguna máquina generadora de radiaciones. No está de más insistir en considerar otros factores, como ser, el tiempo que duró la ocupación anterior, nivel de la actividad del ambiente de trabajo, qué tipo de radiaciones actuaron, etc.

En algunas ocasiones es de capital importancia determinar la relación de causalidad entre las radiaciones y las lesiones. Otras veces existirán razones de justicia que obligarán a definirse sobre si ha existido o no responsabilidad

del que utiliza la fuente radiactiva y en una etapa más avanzada podrá aparecer la posibilidad de tener que dictaminar sobre el grado de incapacidad producida.

Cuando se presente el caso de juzgar la idoneidad de la persona que utiliza un radioisótopo determinado para aplicaciones terapéuticas, varios serán los organismos estatales que entrarán en juego.

Uno de los estados más típicos del daño en potencia está representado por una causal radiactiva, por ser ésta un factor lesivo, cuya acción nociva tarda en manifestarse y con la agravante de hacerlo en forma solapada. Tampoco hay que olvidarse que el riesgo potencial que actúa directamente sobre las personas que están expuestas en una planta atómica puede extenderse a las vecindades y aun a grandes distancias, cuando no se toman medidas especiales para tratar los residuos radiactivos.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Para practicar la Medicina aplicada a las ciencias atómicas se necesita poseer una serie de conocimientos básicos de otras materias: Física nuclear, Radiactividad, Electrónica, Radioquímica, etc. Sin

estos fundamentos sería imposible comprender los problemas planteados por los científicos de la atomística cuando vienen en busca de asesoramiento biológico.

El permanente contacto entre los distintos laboratorios y los servicios médicos trae aparejado un intercambio de ideas, cuyo producto es obtener las mejores maneras de protegerse de las radiaciones.

Para los servicios médicos es una obligación hacer conocer periódicamente a los jefes de laboratorio las novedades de la salud del personal a sus órdenes. Por su parte, los jefes de laboratorio tienen que velar por el fiel cumplimiento de las normas de protección, pues resulta imposible hacer profilaxis de las radiopatías si no se cuenta con la debida colaboración del personal que maneja las sustancias radiactivas.

En conclusión, para comprender bien las necesidades y los problemas planteados por los individuos expuestos a las distintas radiaciones, creemos que los médicos que se dedican a estas tareas tienen que tener una sólida formación en clínica médica, deben poseer una orientación hacia la Física Radiológica Sanitaria, no dejar de lado el aspecto médico legal y no despreciar el psiquismo como eje residente del factor lesivo.

# EL EMPLERO PACIFICO DE LA ENERGIA NUCLEAR

**D**ESDE el comienzo de las investigaciones nucleares, la Argentina se declaró categóricamente a favor del empleo pacífico de la energía atómica. En los fundamentos del decreto de creación de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, se establece que el país está firmemente decidido a utilizar la nueva gran conquista de la ciencia únicamente en usinas, hornos de fundición y demás aplicaciones industriales. El general Perón, conocedor de los inalterables sentimientos del pueblo argentino e intérprete de su soberana voluntad, manifestó, hace unos cuatro años, que "los isótopos estables y radiactivos, obtenidos en forma simultánea como productos secundarios, serán empleados en la investigación y puestos a disposición de la ciencia". Ya entonces la Argentina se adelantaba en lo que hoy parece ser un propósito de todos los países: la aplicación de los progresos científicos en el campo atomístico en beneficio de su pueblo y de la humanidad. Con esa actitud, reafirmábamos nuestra tradicional política de paz y hermandad, e iniciábamos la marcha. Los primeros pasos fueron preparar científicos y técnicos argentinos, para lo cual se incorporaron hombres jóvenes en los más renombrados centros

de investigación del mundo. Simultáneamente, esclarecidos especialistas, también provenientes de los más diversos equipos de investigadores, se trasladaron a la Argentina con igual propósito: adiestrar a los jóvenes.

En la ordenada programación comenzó por instalar laboratorios específicos adecuadamente equipados y complementados por los de alta tensión con su Acelerador en Cascadas. Luego, el presidente de la República puso en marcha el sincrociclotrón de frecuencia modulada en la sede central de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, y el ciclotrón, totalmente nacional, construido por la Universidad del Litoral en Rosario. Se cumplía así uno de los objetivos del general Perón, expresado en las siguientes palabras escritas especialmente para "MUNDO ATOMICO": "Concebimos la ciencia y la técnica como bienes individuales en función social. Quienes así lo comprendan merecen el apoyo del Gobierno, que sólo puede y debe servir un solo interés: el del pueblo." Todos recordamos la extensa y completa relación leída en esa oportunidad por el secretario general de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, relación en la que ese funcionario destacaba los esfuerzos rea-

lizados por nuestros científicos a fin de poner al alcance de médicos y enfermos los conocimientos de la nueva disciplina y los elementos para realizarla.

Llegamos así a estos días, en que la Comisión Nacional de la Energía Atómica, en tan corto lapso, tiene instalados, en diversos puntos del país, centros de investigación que realizan una vastísima y enjundiosa labor. Hombres maduros y muchísimos jóvenes, argentinos todos, escriben con su trabajo, en estos momentos, una de las páginas más brillantes de la ciencia y de la técnica argentinas. Y todo en silencio, disciplinadamente, con profunda fe en el porvenir.

Hace algunas semanas, en Washington, se firmaba el acuerdo argentinoestadounidense referente al intercambio de informaciones sobre energía nuclear. Como es de dominio público, ellas se relacionarán con el diseño, construcción y manejo de reactores de investigación, y su uso como instrumentos de estudio, de perfeccionamiento, de energía y de terapéutica; con problemas de sanidad y seguridad vinculados con el funcionamiento y uso de esos reactores y con el empleo de isótopos radiactivos en investigaciones físicas, biológicas, terapéuticas, agrícolas e industriales. En tal oportunidad, el embajador de nuestro país manifestó textualmente: "El convenio que acabo de inicialar, refleja los elevados y humanos sentimientos del presidente Eisenhower y del presidente Perón para el uso de la energía atómica. Por ello ha sido para mí particularmente grato inicialar este convenio de trascendental proyección entre nuestros dos gobiernos. La Argentina demuestra así, una vez más, sus deseos de colaborar en toda obra que contemple los verdaderos intereses de los pueblos. Este acuerdo, que evidencia nuevamente las cordiales y fraternas relaciones entre nuestros dos países, permitirá al gobierno argentino aportar su contribución para que la energía atómica, aplicada a usos pacíficos, traduzca las verdaderas aspiraciones de los

pueblos amantes de la paz y la felicidad de la humanidad."

Días después, el presidente Eisenhower pronunciaba, ante el beneplácito del mundo, su discurso ofreciendo reactores atómicos y el material nuclear necesario para hacerlos funcionar, a todos los pueblos dispuestos a usarlos eficazmente "para la adquisición de la habilidad y la comprensión esenciales al progreso atómico pacífico". "Nuestro propósito —concluía el primer mandatario estadounidense— es impulsar las facultades creativas latentes en el mundo libre, fusionarlas y ponerlas a trabajar para el mejoramiento de las condiciones en que deben vivir los hombres", añadiendo que los reactores de investigación adquiridos de acuerdo con un programa de grandes facilidades, "serán fértiles semillas para la siembra del progreso en el suelo propicio de las naciones libres".

Es de esperar que ese espíritu de colaboración facilite la cristalización del anhelo de De Broglie: "Muy pronto la fabulosa energía, hasta ahora liberada en las bombas atómicas, se hallará destinada a reemplazar a la energía suministrada por el carbón, el petróleo y el agua."

Ya en prensa esta entrega, en la pacífica Ginebra está por comenzar la conferencia internacional convocada por las Naciones Unidas bajo el sugestivo título de "Átomos para la paz", conferencia a la que han sido invitados hombres de ciencia de ochenta y cuatro países. Allí —y no podía ser de otra manera— tiene su lugar la Argentina.

Nuestra delegación lleva consigo nada menos que treinta y siete comunicaciones, las que pondrán en evidencia, sin duda, el grado de adelanto alcanzado por nuestro país, en un período relativamente reducido, en las investigaciones atómicas y técnicas afines.

Será una consecuencia más de los inalterables propósitos de paz que señalan a nuestro país como a uno de los más severos adalides del aprovechamiento de las conquistas de la ciencia en exclusivo beneficio de los pueblos.



**P**RONTO se conocerán los resultados de la última de las experimentaciones a que está siendo sometida la vacuna preventiva contra la poliomielitis. Cualesquiera sean las conclusiones que se obtengan, la vacuna seguirá estudiándose entre los virólogos, por cuanto su principio de inmunización está ya debidamente probado.

La vacuna se produce sobre la base de un virus "muerto", sometido a un tratamiento de formaldehído que lo transforma en no infeccioso. Discrepan por eso sobre su eficacia los virólogos, quienes consideran que este tipo de vacuna no puede ser tan efectivo como aquella que contenga virus vivos, entendiendo por su parte que la única esperanza de vencer la poliomielitis existe en una vacuna con el virus a salvo, que tratan de descubrir.

Este asunto ha sido discutido en recientes reuniones, y en lo que a mí respecta mantengo el punto de vista de que una vacuna con el virus muerto, no sólo impide que se reproduzcan los agentes infecciosos, sino que también, apropiadamente preparada y usada, puede ser la más efectiva para producir inmunidad. Las opiniones expuestas en este artículo van, precisamente, a responder a muchas preguntas que se suscitan alrededor del tema.

"No hay inmunidad como la inmunidad de la convalecencia", sostienen diversas autoridades médicas, y ello significa

# LA VACUNA PREVENTIVA DE LA POLIOMIELITIS

—  
POR EL DOCTOR  
JONAS E. SALK

Por considerarlo de interés para los lectores de **MUNDO ATOMICO**, publicamos el presente artículo del descubridor de la vacuna preventiva contra la poliomielitis, doctor Jonas E. Salk, aparecido en el número 4, del volumen 192, de la revista "Scientific American", de Estados Unidos.

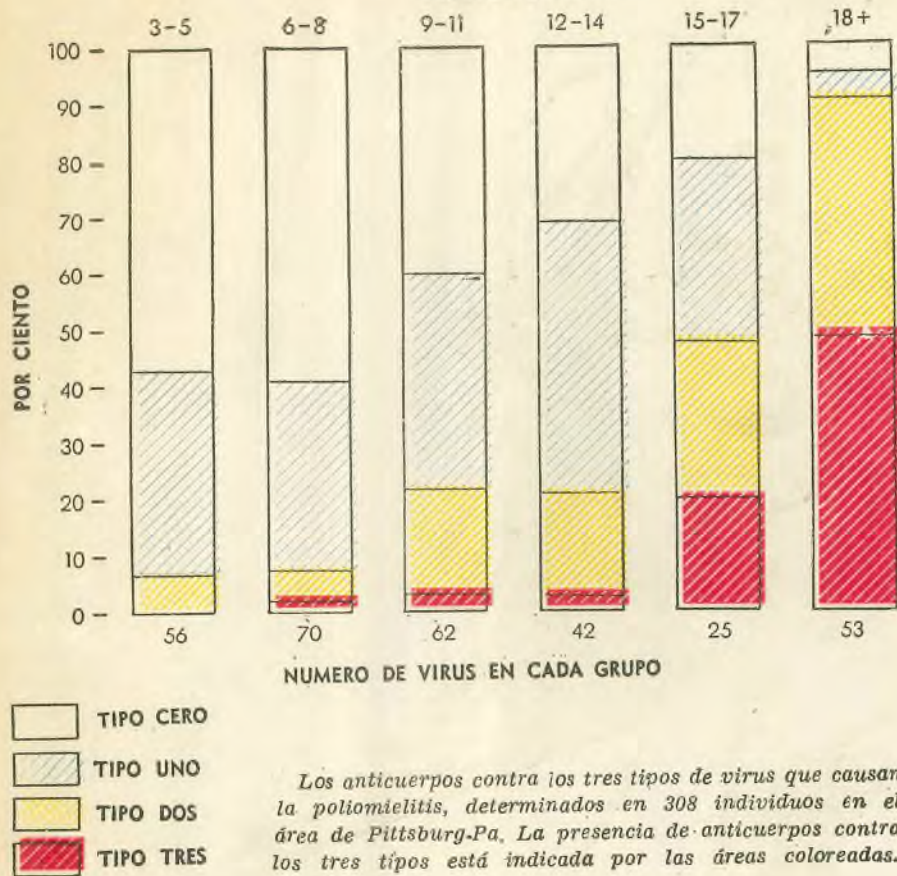
que una persona sólo la adquiere después que ha logrado recobrase de la infección. La poliomielitis es un buen ejemplo de este principio, porque la infección con el virus parece dar largo tiempo de protección a quien ha salvado el proceso. Asidos a este razonamiento, los partidarios del virus vivo se apoyan en el ejemplo del éxito que ha tenido en la prevención de la viruela y la fiebre amarilla, observando que ninguna enfermedad de virus ha sido puesta todavía bajo el control de una vacuna de microbio muerto.

Respondiendo a tales afirmaciones, es conveniente puntualizar que la inmunidad por la convalecencia no es siempre permanente y absoluta. La vacuna contra la viruela, por ejemplo, no confiere habitualmente largo tiempo de inmunidad, y una demostración común de ello se halla en el hecho

de que quienes viajan al exterior de los Estados Unidos deben ser revacunados, si no lo han sido en los últimos tres años. Agréguese, además, que no existe inmunidad duradera luego de una infección por virus de gripe o resfrío común.

En el caso de la poliomielitis tenemos razones poderosas para tratar de hallar una solución en la dirección seguida, pues, con ello se evitará el riesgo de poner un virus vivo en una criatura humana. Sobre la base del estudio de ambos casos —poliomielitis y gripe— existen razones suficientes para creer que un virus muerto puede trabajar eficientemente y, por lo tanto,

GRUPOS POR EDAD



- TIPO CERO
- TIPO UNO
- TIPO DOS
- TIPO TRES

para estimar que los fracasos que se han anotado no son inherentes a sus limitaciones, sino más bien a la manera en que las vacunas fueron preparadas o aplicadas.

Conviene ya aclarar que la teoría de la vacuna a base de virus muerto descansa sobre el bien establecido hecho de que un virus inactivo, aun cuando ha perdido su poder infeccioso o su posibilidad de multiplicación, puede actuar todavía como agente estimulante de la producción de anticuerpos defensores contra el virus específico, y ha sido debidamente probado que la vacuna preventiva de la poliomielitis puede provocar la generación de dichos anticuerpos. Pero lo importante de la cuestión, a mi juicio, es saber cuánto tiempo durará la protección definitiva. Creo que una respuesta concreta al respecto no es posible que la proporcione nuestra vacuna, debido al reducido tiempo que está sometida a experimentaciones. Sin embargo, tenemos algunas conclusiones de importancia; a saber: un mono que haya sido vacunado con ella en proporción algo elevada resistirá una dosis paralizante de virus de poliomielitis inyectado en su sangre; cuando la vacuna es diluida, una parte de ella en cuatro, todavía pre-

viene la parálisis en todos los casos, y aun sucedió que seis de diez monos no la sufrieron cuando se diluyó en doscientas cincuenta y seis partes. Pero hay más todavía: una dilución de vacuna, llevada a condiciones de producir solamente una mínima cantidad de anticuerpos en la corriente sanguínea, es suficiente para impedir que el virus invada el sistema nervioso central desde la sangre. Por último, es destacable que la vacuna previene la parálisis en los monos, aun en los casos en que el virus es introducido en el sistema nervioso, requiriéndose en este caso un nivel más alto de anticuerpos.

Veamos ahora qué pasa con el nivel de anticuerpos en el ser humano cuando es vacunado. En primer lugar, es bien sabido que existen tres virus de poliomielitis, cada uno de ellos con más o menos poder infeccioso independiente. En una población típica de los Estados Unidos, la mayoría de los niños no están expuestos al virus en sus primeros años, pero a medida que crecen son atacados —generalmente en menor grado—, y gradualmente adquieren anticuerpos a uno o más de los virus (ver diagrama uno). Supongamos que inyectamos la vacuna de virus muertos en dos grupos; unos

son individuos que no tienen anticuerpos conocidos, y otros, con anticuerpos provenientes de alguna infección pasada. El resultado de este experimento está reflejado en el segundo diagrama, demostrativo de que la vacunación tiene un fuerte efecto impulsador en las personas que poseen ya algún anticuerpo, creciendo la cantidad de los mismos a un alto nivel, en defensa contra los tres tipos de virus mencionados.

El mismo efecto puede obtenerse vacunando previamente a una persona no infectada, con dos o tres intervalos espaciados convenientemente. ¿Qué duración requieren esos intervalos? En el diagrama tres se consigna que las dosis han sido administradas dos y cinco semanas después de la primera, resultando que agregan, comparativamente, poco nivel de anticuerpos. Deducimos, por tanto, la conveniencia, según estudios que se están realizando, de una segunda dosis que debería ser aplicada entre los cuatro y siete meses después de la primera serie de inoculaciones.

Ahora surge otra pregunta: ¿durante cuánto tiempo, tendrá efecto la inmunización? Eso depende de la capacidad del antígeno, no sólo para excitar la formación de anticuerpos, sino también para permitir una clara apreciación sobre las condiciones de las células para formarlos. En algunos casos, el virus parece llamar más fuertemente al anticuerpo que en otros, y esto juzgado por la potencia de muy pequeñas dosis de vacuna. Actualmente hemos llegado a preparar por experimentación vacunas más poderosas que aquellas primeras que se dieron a conocer.

Recientemente hemos comprobado, por otra parte, que un virus tipo puede tener componentes antigénicos y capacidad para atraer fuertes anticuerpos contra los otros dos. Así, por ejemplo, una infección con el tipo de virus dos parece reducir las posibilidades de una posterior infección por el tipo uno, que produciría la parálisis. Esto es altamente significativo, por cuanto el tipo de virus uno parece ser más peligroso que el dos o el tres. De entre centenares de pacientes enfermos de poliomielitis que se examinaron, la infección por el tipo uno fué

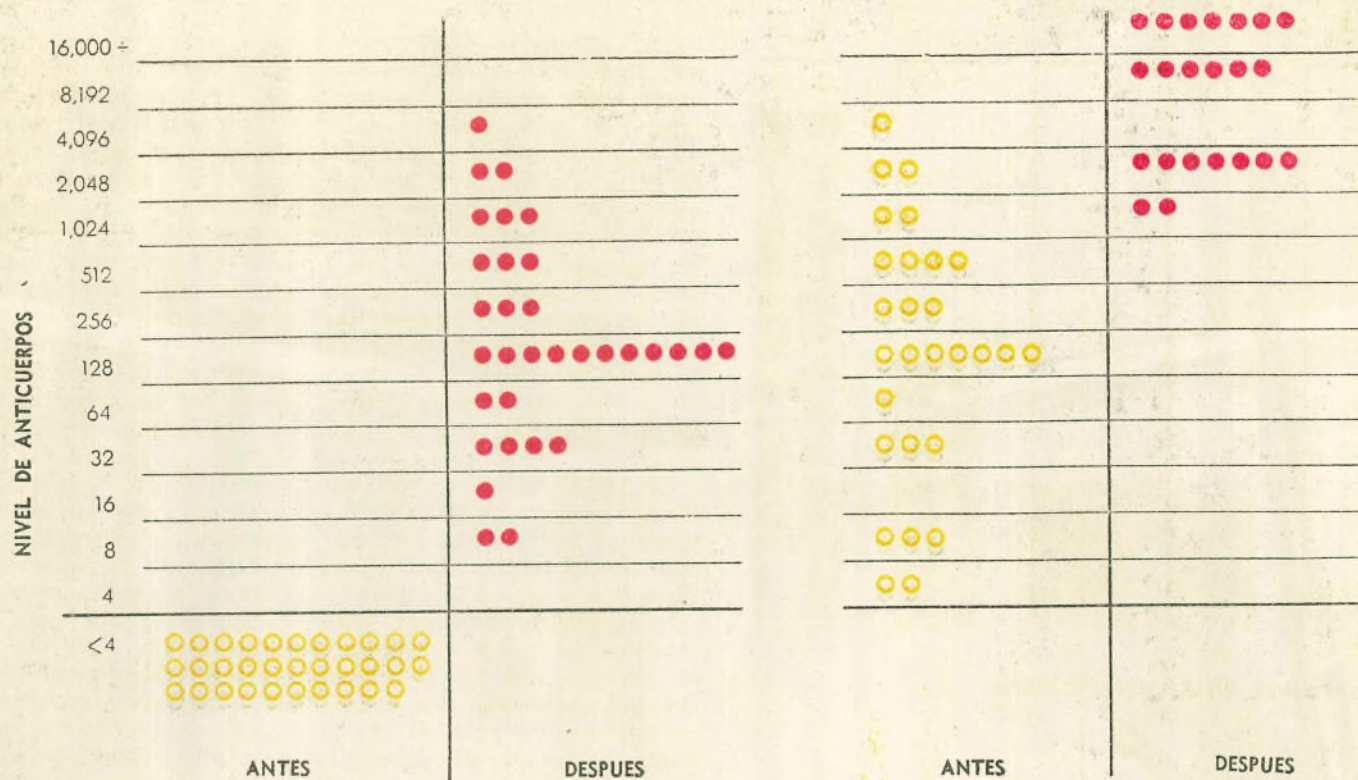
ocho veces más frecuente que por los dos tipos restantes.

En cierto número de pruebas llevadas a cabo, quedó evidenciado que el anticuerpo persiste por un apreciable tiempo después de la vacunación con el preparado del virus muerto. Aun después de una simple dosis muy débil, usada cuando la vacuna fué preparada por primera vez, la mayoría de las personas tenían un apreciable nivel de anticuerpos, luego de un año de efectuada la vacunación (ver figura 4). Pero aun es más interesante la comprobación de que cuando se da una inyección de la vacuna muerta algunos meses después de la primera, los anticuerpos saltan a un nivel tan alto como el que se produce cuando la segunda inyección es administrada dos años después.

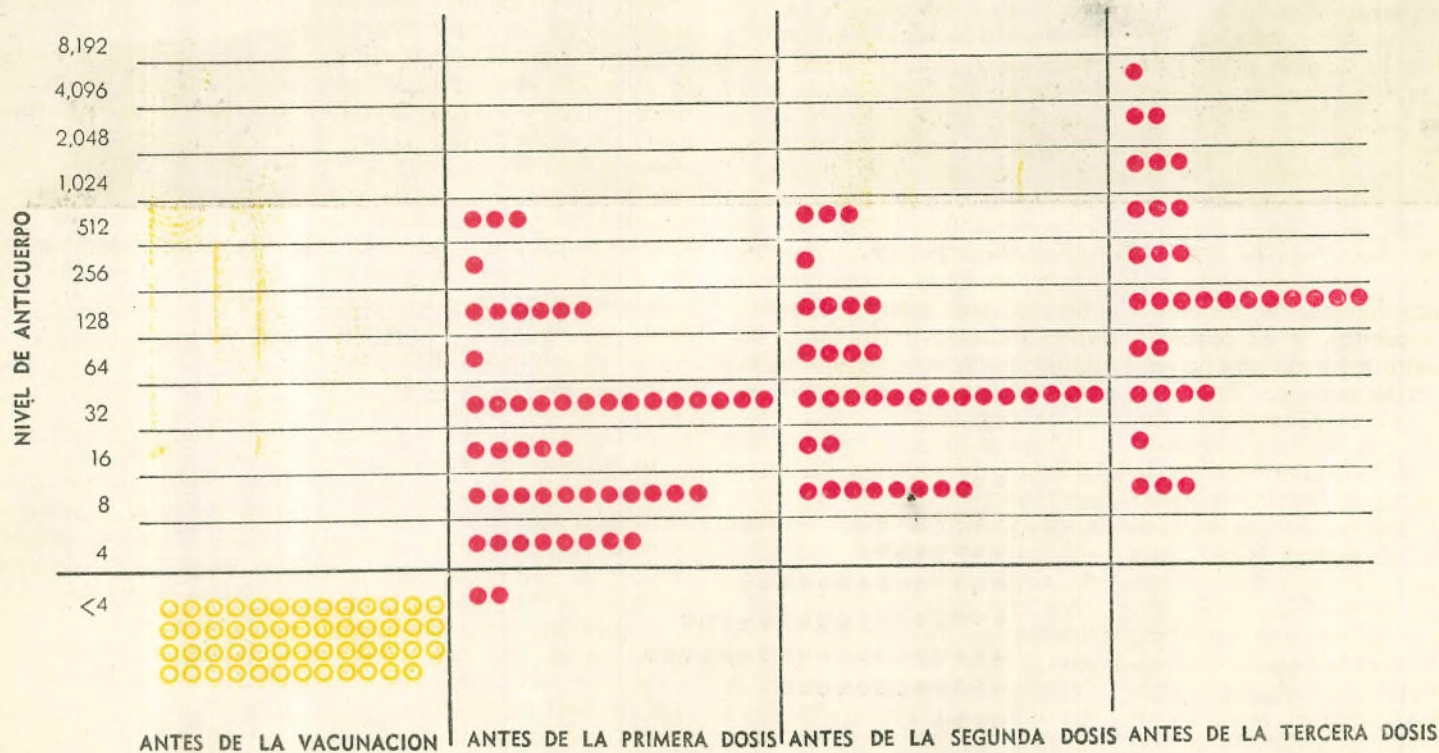
Es evidente que la primera exposición del antígeno, ya sea que provenga de virus muerto o vivo, en una infección natural, eleva la reactividad del cuerpo al agente nombrado. En tal estado hiperreactivo, el cuerpo responde con la rápida formación de anticuerpos a la segunda invasión por cualquiera de aquellos virus. No sabemos todavía si esa inmunidad depende de la hiperreactividad o del actual nivel de anticuerpos presentados en la sangre, pero, cualquiera que sea el caso, la vacuna muerta parece reunir ambos requisitos, produciendo ese estado hiperreactivo, especialmente cuando una dosis fuerte es dada algunos meses después de la vacunación inicial.

Los estudios que hemos llevado a cabo últimamente sugieren que esa hiperreactividad puede ser suficiente para lograr resultados satisfactorios. Aparentemente, la infección con tipo de virus dos hace a una persona hiperreactiva al tipo de virus uno, y algunos individuos parecen ser capaces de resistir el tipo uno de parálisis aunque no tengan una cantidad apreciable de anticuerpos en su sangre contra el virus específico, en la época de la exposición. Se deduciría de ello que la nueva exposición al tipo uno causa una sensibilidad individual pronunciada para producir anticuerpos del tipo uno rápidamente, como para bloquear la invasión del virus antes de que es-

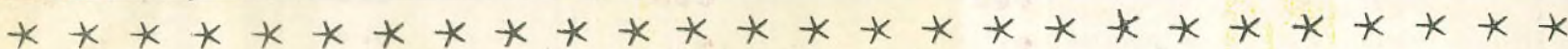
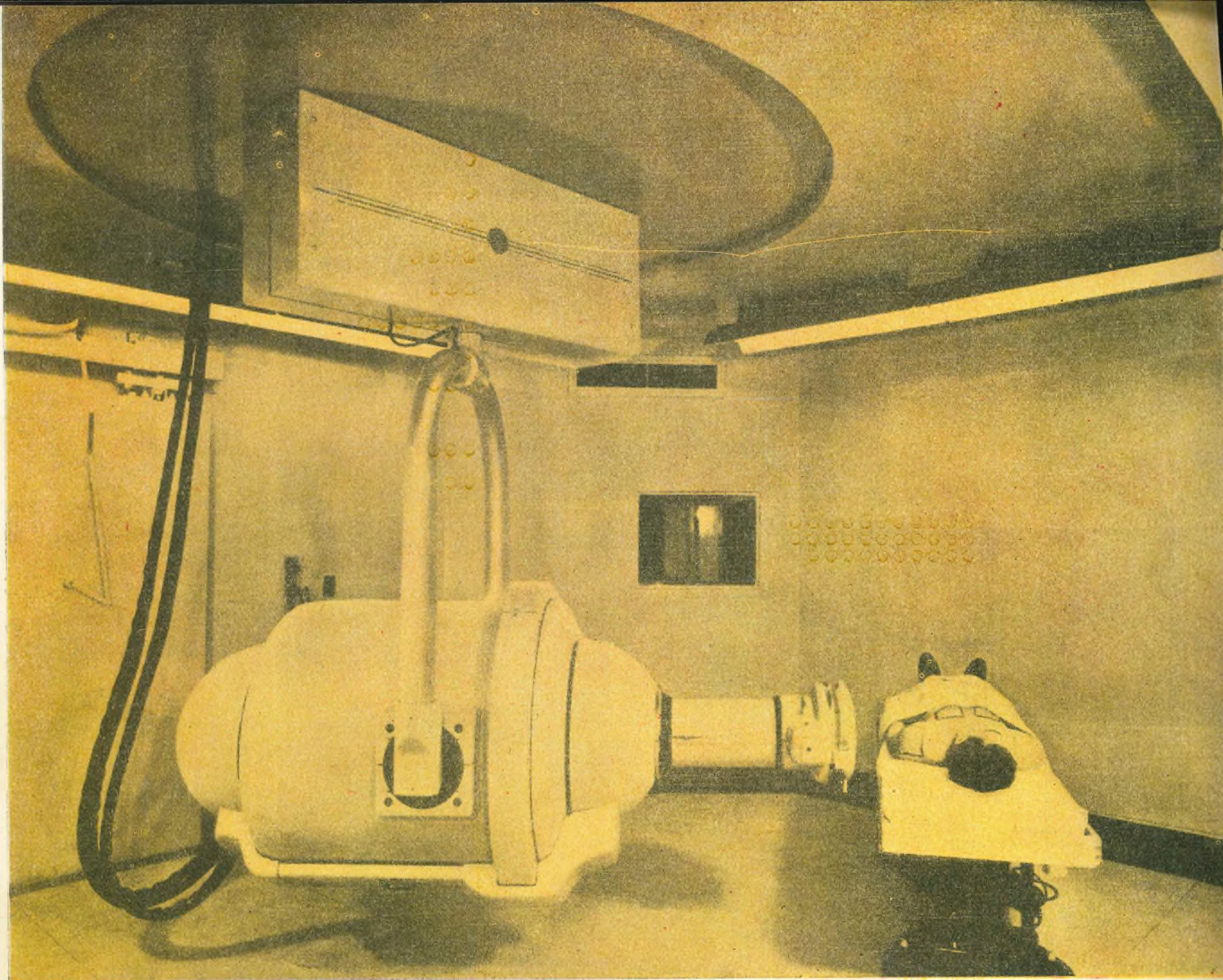




Los primeros y más fuertes efectos de la vacuna conteniendo virus muertos de poliomielitis, está demostrado en estos dos gráficos. La vacuna contiene virus de los tres tipos. El nivel de anticuerpos está medido en titers (concentración de una solución, determinada por un análisis volumétrico). Los círculos amarillos, a la izquierda, representan 32 medidas anticuerpos contra sólo uno de los virus, lo que indica que los individuos tenían menos de cuatro unidades del anticuerpo medido. Dichos individuos habían recibido tres dosis de vacuna; la segunda, dos semanas después de la inicial. Dos semanas más tarde de la tercera inoculación, fueron medidos los anticuerpos, y el efecto inmediato está a la vista en el lado derecho del diagrama. Los círculos amarillos a la izquierda representan 28 anticuerpos medidos en otro grupo; ellos indican que los individuos habían adquirido naturalmente los anticuerpos. Los mismos recibieron idénticas dosis de vacunas, o sean tres, y los resultados aparecen en el lado derecho del segundo diagrama.



No se advierten efectos apreciables cuando las dosis de vacuna fueron dadas en cortos intervalos a individuos con menos de cuatro unidades de anticuerpo. Los círculos amarillos representan cincuenta y una medidas de anticuerpos. Aquí también la segunda dosis fué dada dps semanas después de la primera, y la tercera, cinco después de aquélla. Para obtener mejores efectos, la dosis fuerte debe ser dada unos siete meses después de la primera, dice Jonas Salk

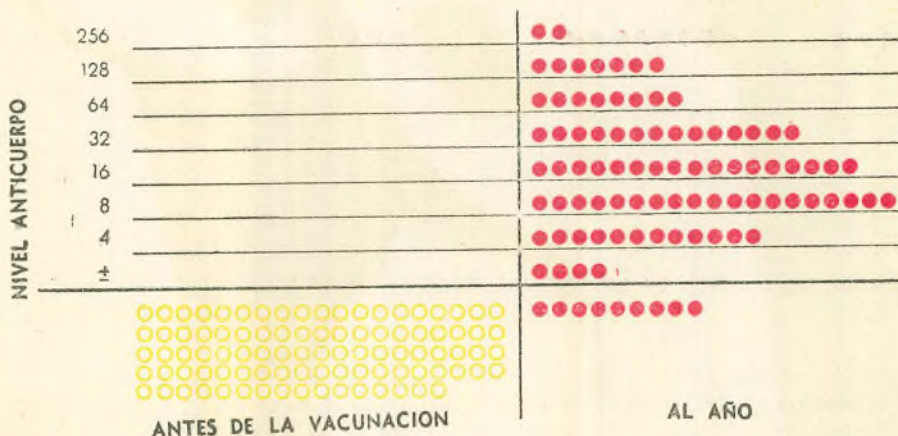


te pueda alcanzar el sistema nervioso central, y es posible de que aun antes de que haya llegado a la sangre.

En resumen: si este concepto de la dinámica del proceso de inmunización sugiere una nueva perspectiva para el trata-

miento de las enfermedades infecciosas como la poliomielitis y es al mismo tiempo correcto, probaríamos la inmuni-

dad experimentando por medio de la hipersensibilidad y en base a fuertes inyecciones que se están estudiando en estos momentos. La inyección impulsora serviría de tal manera para una doble función contra la poliomielitis, la prueba por inmunidad y el estímulo para la producción de más anticuerpos protectores.



La persistencia de los anticuerpos un año después de la vacunación. Los círculos amarillos representan 92 medidas anticuerpos contra una de virus. Con una fuerte vacuna y una dosis impulsadora a intervalos apropiados, el nivel del anticuerpo después de la vacunación será más alto. Los signos de suma y resta demuestran los rastros de anticuerpo.

# RADIOTERAPIA DE SUPERVOLTAJE

El presente es un equipo de radioterapia de un millón de voltios, llamada de supervoltaje. La unidad radiante que es la que vemos en la lámina está constituida por el transformador de alta tensión y el tubo de rayos.

Este tubo es diferente de los corrientemente empleados para doscientos y cuatrocientos kilovoltios, pues contiene entre el filamento y el anticátodo electrodos escalonados con los cuales se consigue una mayor aceleración de los electrones del haz.

\* \* \* \* \*

## TERAPEUTICA CON COBALTO RADIATIVO

Uno de los adelantos efectivos en radioterapia realizado en los últimos años es el empleo de fuentes radiactivas intensas para el tratamiento de ciertas afecciones, como tumores malignos; aprovechando un haz de radiación gamma proveniente de los mismos. Entre los elementos radiactivos se emplea el cobalto. El funcionamiento del equipo es muy similar al de un tubo de rayos X para la misma finalidad. El cobalto radiactivo está colocado en el interior de un recipiente debidamente blindado y provisto de una abertura por donde salen los rayos gamma.

Estos equipos permiten realizar tratamientos, consignándose una máxima concentración de dosis en la profundidad con un mínimo de agresión en la superficie (piel), y trabajan en niveles de energías por arriba del millón de electrón-voltios.

En la presente fotografía puede apreciarse el aspecto de una bomba de cobalto, empleada en el tratamiento de un tumor endocraneano. La paciente tiene colocado en la cabeza un molde de plástico donde se marcan los sitios en los que debe realizarse la irradiación, permitiéndose de esta manera precisar exactamente los sitios de aplicación en distintas sesiones.

La bomba de cobalto, en este caso fija, puede estar colocada en un dispositivo giratorio, de tal manera que permite el desplazamiento de la porción radiante en todos los planos del espacio, pudiendo entonces realizarse técnicas de irradiaciones adaptables a cada caso particular. Dos de estas técnicas constituyen la terapia pendular, cuando la bomba se desplaza alrededor del paciente de un arco de círculo, o la terapia rotacional, cuando el equipo gira alrededor del paciente en círculos completos, y siempre con el haz de radiación convirgiendo en la zona profunda a irradiar.

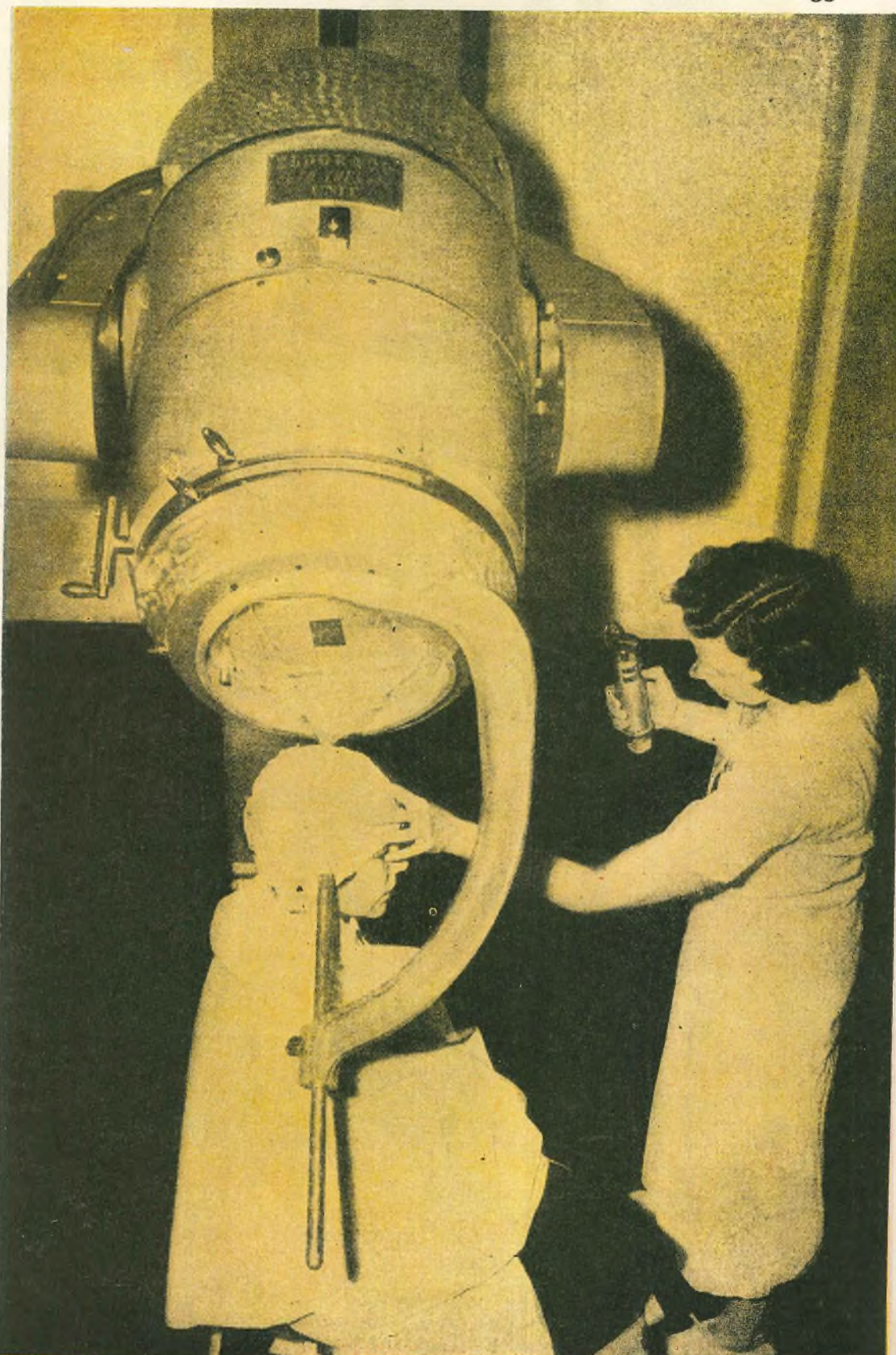
En esta forma se pueden obtener radiaciones con una energía igual a las del gamma-radium, es decir 1 Mev (1000.000 V.).

La ventaja principal radica en el tiempo mínimo de exposición, siendo su acción biológica análoga a la de los 400 Kv.

Investigaciones recientemente efectuadas, especialmente en el Canadá y en Estados Unidos, han demostrado que aun con voltaje elevado la radiación X es menos homogénea que la radiación gama producida por una

fente radiante de Co<sup>60</sup> en forma de Telecobaltoterapia, y asimismo la absorción de las radiaciones por los tejidos vecinos al punto a irradiar es mayor con el equipo Roentgen que con la Telecobaltoterapia, haciendo a este último sistema de tratamiento más efectivo.

Ambos procedimientos se aplican al tratamiento del cáncer y aun con sus grandes ventajas, o puede hablarse de una definitiva sustitución de los rayos X por la Telecobaltoterapia al menos por el momento.





*El abate Juan Ignacio Molina (1740-1829), uno de los precursores de las ciencias naturales de Chile, cuya obra sobre la historia natural del país vecino es famosa.*

*Busto del maestro de los naturalistas chilenos, doctor Carlos E. Porter, creador de la revista chilena de Historia Natural. Derecha: la hija del maestro.*



**A**SI como las obras de arte forman un capítulo de cultura de un país, las creaciones de la ciencia integran, dándole personalidad, el acervo espiritual de los pueblos. La Entomología es una de las ciencias naturales que señalan el progreso de las naciones y no hay más que leer las grandes historias de la ciencia de los insectos para ver el significado superior que siempre tuvieron para marcar la grandeza moral y material de los continentes. Chile, en este sentido, ha sido un rincón excepcional para la Entomología, pues sus insectos, tal vez por su evolución aislada dentro de la geología patético-antártica, han llamado la atención desde los primeros tiempos y fueron innumerables las expediciones organizadas para su estudio y las obras publicadas acerca de sus caracteres. Fueron legiones los viajeros que coleccionaron insectos chilenos a través de la enorme

# LA VINCULACION ENTRE LA ENTOMOLOGIA CHILENA

latitud de sus tierras, dejando en Chile la inclinación tradicional por su estudio, inclinación que ha florecido en una serie de figuras destacadas y que después de un breve período de decadencia ha brotado, recientemente, en los almáctigos de la Sociedad Chilena de Entomología, en obras promisorias que dió a conocer la recién creada "Revista Chilena de Entomología" en sus dos primeros tomos. El amor por sus ciencias naturales ha sido fomentado por entidades

tan conocidas como la Sociedad Científica de Chile (1891), la Sociedad Chilena de Historia Natural, la Academia Chilena de Ciencias Naturales, de la Universidad Católica de Chile, la Sociedad Chilena de Entomología, la Revista Chilena de Historia Natural, el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, pero, especialmente por la vasta influencia de una serie de ilustres personalidades que ejercieron, durante la segunda mitad del siglo pasado, un verdadero apostolado intelectual y cuyas huellas

perduran hasta hoy no sólo en los chilenos, sino en los viajeros que han andado por las tierras hermanas. El intermedio entre los creadores del siglo pasado y los que hoy levantan el estandarte de la Entomología chilena, el puente entre Chile y el mundo, el que atrajo fuerzas y creó vinculaciones fecundas, fué el maestro doctor Carlos E. Porter que durante medio siglo trabajó incansablemente por el avance de la ciencia natural chilena y que aun no tiene sucesor, estando vacante su trono espiritual desde su fallecimiento en 1942.

Los primeros insectos chilenos fueron descritos por el famoso naturalista abate Juan Ignacio Molina, nacido el 10 de julio de 1737 en Chile y fallecido en Italia el 12 de setiembre de 1829, puesto que, junto con otros 79 padres jesuitas, fué expulsado de América; residió 55 años en Bolonia y en 1776 publicó su "Compendio de Historia Geográfica, Natural y Civil de Chile", completado en 1787 en una obra definitiva, "Ensayo sobre la Historia Civil de Chile" que despertó interés en los centros científicos y económicos de Europa y provocó, según se cree, los viajes de Humboldt, Bonpland y Darwin a América.

Profundamente enamorado de su tierra, no pudo nunca volver a ella y durante toda su vida soñó con sus panoramas. Es la figura más noble y más grande de los naturalistas chilenos y su historia un

ejemplo de sacrificio, de amor a la verdad y a la naturaleza. Cuando entramos, en 1942, a los claustros del Liceo de Talca, creado con la donación del Abate Molina y cuando nos quedamos petrificados ante la estatua que el pueblo chileno le erigió, en 1861, frente a la Universidad de Santiago, sentimos el escalofrío del pasado. En 1929 la Revista Chilena de Historia Natural dedicó al centenario de Molina su tomo XXXIII, con centenares de trabajos acerca de su obra de naturalista. De él dijo Enrique

Ernesto Gigoux: "Este es uno de los hombres que cuando desaparecen del mundo material siguen viviendo en los libros y en los recuerdos, en los monumentos y en los corazones. Por esto es que él está ahora con nosotros en el estado invisible e imponderable de las evocaciones y de las reconstituciones mentales que forja el reconocimiento de sus virtudes y el agradecimiento que le debemos por la ruta que nos dejó marcada." Su historia ha sido escrita por Arturo Fontecilla Larrain, Hugo Gunckel y Januario Espinosa, pero su verdadera biografía aún no ha sido creada.

La segunda figura que resplandece en las ciencias naturales de Chile, y muy especialmente en su Entomología, es la de Claudio Gay, el inmortal viajero que anduvo durante veinte años por las tierras de Chile y recolectó los materiales que le sirvieron después para crear su obra fundamental, "Historia Física y Política de Chile", en treinta tomos, la más grande de la América del Sur y que aun hoy es imprescindible para quien quiera iniciar cualquier estudio sobre un tema de ciencias naturales en Chile. Su contribución entomológica es valiosa y fué la base para la mayoría de los estudios publicados después, siendo una de sus mejores biografías la de Diego Barros Arana. Se ha dicho que su obra es un grandioso monumento científico que enorgullece a los chilenos, no sólo por su valor intrínseco, sino por la orientación que ha da-

y su nombre ha quedado como una gloria imperecedera en las ciencias naturales de Chile.

**Federico Philippi**, 1838-1910, hijo del anterior, fué un eminente profesor de ciencias naturales en Chile y publicó numerosos trabajos sobre Entomología pura y aplicada.

**Filiberto Germain**, poco citado por los historiadores de la Entomología chilena fué una figura admirable de naturalista, poeta y viajero, tal vez el hombre que con más entusiasmo y devoción trabajó en la descripción de los insectos chilenos. Primer Jefe de la Sección Entomología del Museo de Historia Natural de Santiago, sus numerosas descripciones de insectos son hasta hoy tomadas en cuenta. De él dijo Carlos Silva Figueroa: "En los escritos de Germain se admira, junto con el valor científico de las materias que trata, la descripción de los insectos y la galanura del estilo, porque reunió en su persona la sensibilidad exquisita del poeta a la exactitud minuciosa del sabio, el encanto y la amabilidad del explorador inteligente que narra sus aventuras y cuenta sus impresiones de los parajes desconocidos que recorrió."

**Edwyn Carlos Reed**, 1841-1910, amigo de Darwin, puede considerarse como uno de los precursores de la Entomología chilena; viajero, explorador y maestro, tuvo una actividad múltiple en su patria adoptiva; creó varios museos de ciencias naturales; fué profesor de Historia Natural en diversas instituciones y se ocu-

rales y uno de ellos, Carlos E. Reed, tuvo una destacada actuación en Mendoza.

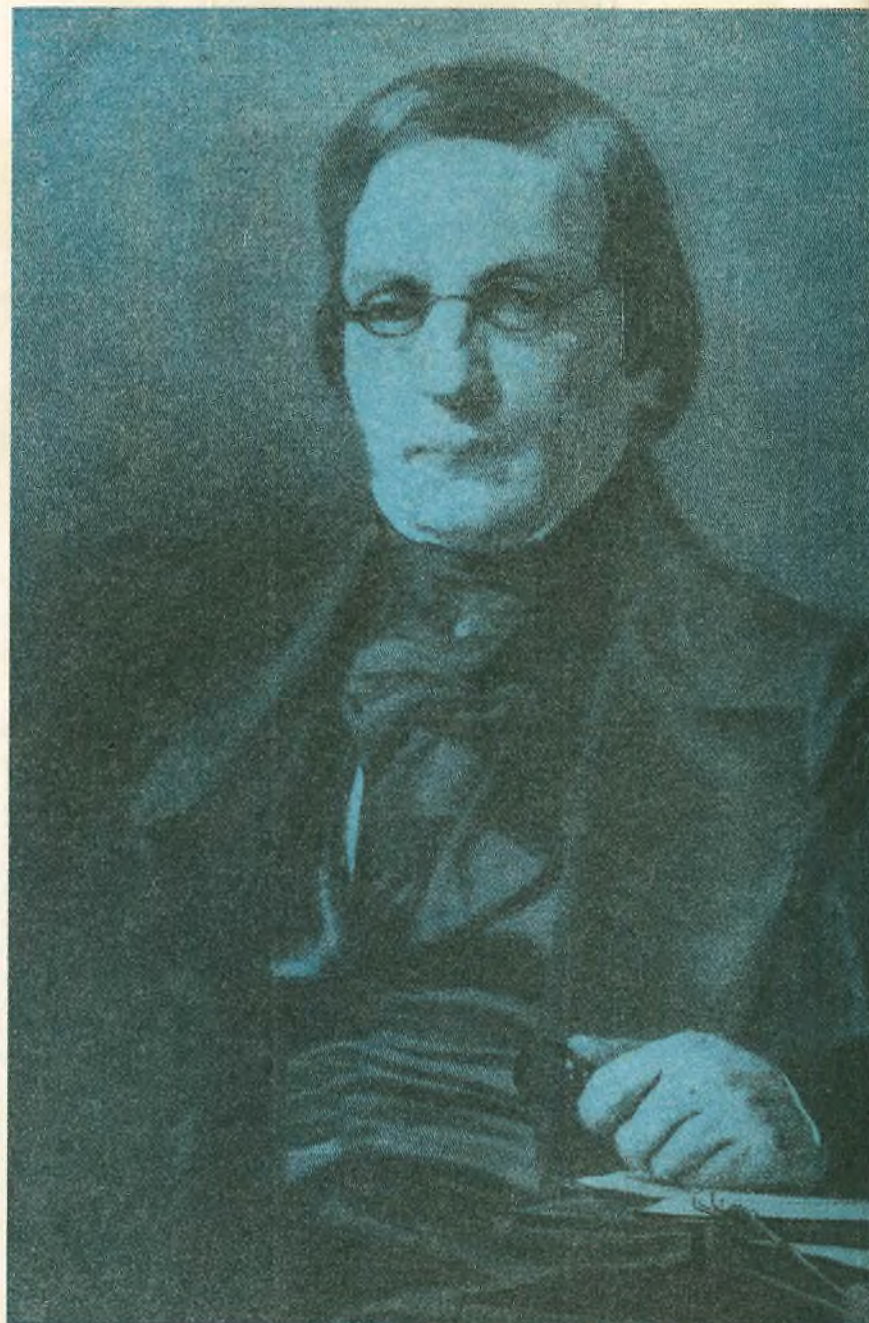
**Fernando Lataste**, 1847-1934, fué un eminente zoólogo francés que trabajó durante muchos años en Chile, dedicándose a la enseñanza y a la investigación. Son varias sus publicaciones entomológicas sobre hemipteros y ortópteros, especialmente sobre el género **Schistocerca**, al que pertenece nuestra langosta migratoria, cuyo estudio le interesó mucho, habiendo quedado ligado a ella, pues su nombre técnico completo es **Schistocerca cancellata** (Serville). Lataste, como la mayoría de los naturalistas chilenos, llegó trabajando sin descanso, hasta la avanzada edad de 87 años. Creó la Sociedad Científica de Chile.

**Manuel Jesús Rivera**, 1875-1910, fué una esperanza chi-

lena, pero su muerte prematura, después de un viaje de estudio por los Estados Unidos, la tronchó cruelmente. Afirma Silva Figueroa que fué el investigador más destacado en problemas de zoología Agrícola y son conocidos sus estudios sobre langostas de Chile, sobre coleópteros del trigo, sobre un enemigo de las arvejas, una araña del género **Latrodectus**, etc. Puede señalárselo como el precursor de la Entomología Agrícola de Chile.

Para esa primera época debemos señalar, además, a Pablo Herbst, que se dedicó a los himenópteros; el R. P. Félix Jaffuel, himenópteros y mecópteros; el doctor Vicente Izquierdo, médico y lepidopterólogo; W. Bartlett Calvert, coleópteros y mariposas, uno de cuyos nietos aparece ahora en la Entomología chilena;

*Don Claudio Gal. el entomólogo, viajero inmortal de Chile.*



## Y ARGENTINA

POREL DOCTOR  
JOSE LIEBERMANN

do al espíritu de la nación con respecto a su naturaleza.

Vamos a citar ahora a los naturalistas-entomólogos que trabajaron luego en Chile, dando una brevísima caracterización de cada uno.

**Rodolfo Amando Philippi**, 1808-1904, fué un ejemplo de trabajo tenaz y de extraordinaria inteligencia y la lista de sus trabajos es sorprendente; publicó hasta sus últimos años

pó de casi todos los órdenes de insectos. Ya en 1893 señaló la relación de la langosta chilena con la nuestra y hoy sabemos que se trata de la misma especie. Propuso la cría de parásitos de la langosta para combatirla y estableció en el sur de Chile la costumbre de criar pavos para luchar contra la tucura. Dos de sus hijos trabajaron luego en el campo de las ciencias natu-



El profesor Carlos S. Reed, eminente naturalista chileno, que trabajó durante muchos años en Mendoza.

Fachada principal del Museo Nacional de Historia Natural de S. de Chile

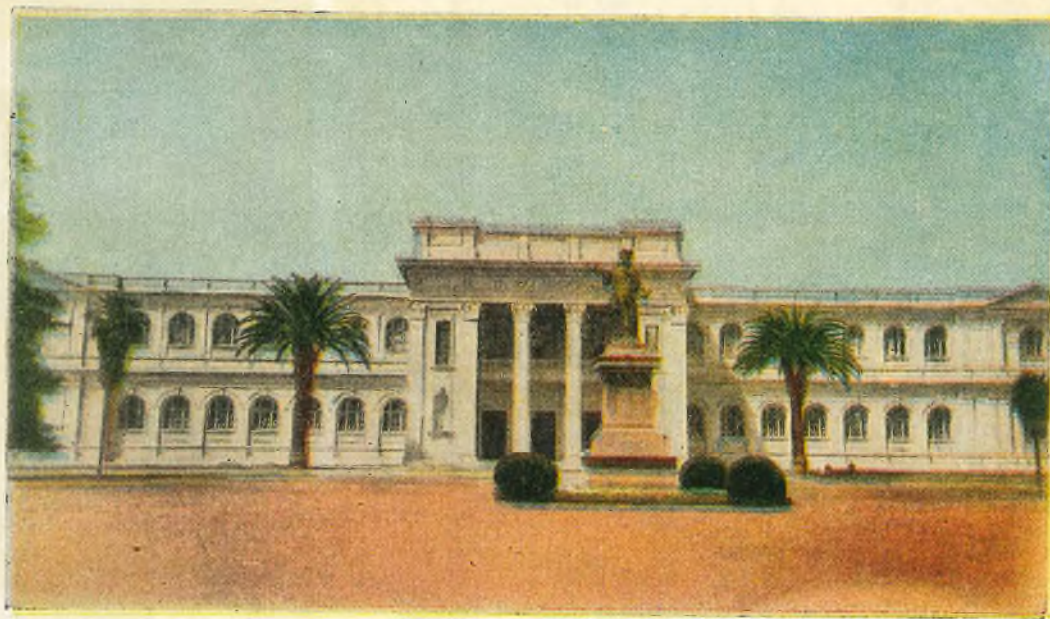
Más actuales, casi contemporáneos, son, entre otros, los naturalistas siguientes, muchos de los cuales trabajan hoy con la típica pasión chilena, sobre insectos argentinos y chilenos, infinidad de cuyas especies viven a ambos lados de la cordillera:

El doctor **Carlos E. Porter**, a quien ya citamos, es el ejemplo más luminoso de una personalidad creadora de inquietudes espirituales en América; fué maestro de innumerables generaciones chilenas; impulsor de las ciencias naturales; trabajador tenaz e incansable, generoso amigo de la Argentina. Su "Revista Chilena de Historia Natural", es una enciclopedia de las ciencias naturales del continente. De sus 400 publicaciones la mayoría se refiere a insectos. En su revista abundan los temas y nombres de entomólogos argentinos. Falleció en 1942.

El Hermano **Flaminio Ruiz Pereyra**, 1884-1942, creador del Museo de San Pedro Nolasco, fué un eminente sistemá-

jo de E. C. Reed, médico y entomólogo, tiene una valiosa colección de insectos chilenos y sus publicaciones sobre dípteros e himenópteros le han dado prestigio internacional. En años recientes ocupa cargos responsables en el problema de la protección a la fauna de Chile. Vive en un palacete ubicado en los cerros de Valparaíso y es gran amigo de los naturalistas argentinos que llegan a Chile.

El profesor **Carlos Silva Figueroa**, que en los últimos años se retiró de las actividades entomológicas para dedicarse a la enseñanza y a la edición de textos didácticos, dejó una valiosa labor en el campo de la investigación. Fué técnico de Sanidad Vegetal y encargado de la Sección de Entomología del Museo Nacional de Santiago. Son numerosos sus trabajos sobre lepidópteros y dípteros, así como sobre la lucha biológica y sobre la historia de la Entomología chilena hasta 1914. Presidió la sociedad "Amigos del Arbol" de Santiago, dejando fir-



Fernando Paulsen, hacendado y entomólogo que contribuyó notablemente en el conocimiento de los insectos de su país; doctor Federico Delfín, médico y coleopterólogo; Gastón Lavergne, Entomología aplicada; doctor Moisés Amaral, biología de diversos insectos; Abraham Montealegre, Entomología general; Eduardo Varas Arangua, especialista en Cicindélicos, tempranamente fallecido; A. Drosste, millonario enamorado de los insectos, de las colecciones y de los viajes, que adquirió en el mundo entero las más raras colecciones de mariposas que hoy son del Museo de Historia Natural de Santiago; Alfredo Fazz, coleccionista y coleopterólogo; Hermano Claude Joseph, profundo investigador en la biología de los insectos chilenos, especialmente himenópteros; el doctor Aureliano Oyarzún, eminente médico a quien hemos visto extasiarse, a los 30 años de edad, ante sus colecciones de Carábidos e himenópteros, etc.

tico y biólogo destacado en el orden de los himenópteros de Chile y de la Argentina. Su ilusión era completar su Monografía de las abejas chilenas, pero la muerte truncó su labor.

El profesor **Carlos S. Reed**, que falleció siendo director del Jardín Zoológico Nacional de Chile que él mismo había creado en la cumbre del cerro de San Cristóbal, fué un naturalista completo, precursor de la Entomología Aplicada en la Argentina y en Chile. Elemento de altos valores en la cultura chilena, trabajó en Entomología y en Ornitología y tuvo preocupaciones por la protección de la naturaleza en América. En Mendoza fundó el Museo de Historia Natural que hoy dirige con tanto brillo Carlos Rusconi, cuyos descubrimientos en la paleontología regional han sido extraordinarios. Una grave enfermedad que lo aquejó en los últimos años, anuló prematuramente sus actividades.

El doctor **Edwyn Pastor Reed**, otro hi-

mes orientaciones para la conservación y la reconstrucción de la naturaleza.

El profesor **Carlos Stuardo Ortiz** es un eminente entomólogo y profesor, muy ligado a los naturalistas argentinos, personalidad de vasta cultura general que organizó, hace algunos años, el Museo Pedagógico de Chile, entidad de función original, puesto que debe hacer la historia de la cultura del país, especialmente de su movimiento educacional a través de la historia. Dipterólogo, su especialidad son los **Nemestrínidos**, interesantes por su parasitismo. Su reciente "Catálogo de los dípteros de Chile" es fundamental. La Sociedad Entomológica Argentina lo designó su miembro correspondiente en Chile.

El doctor **Emilio Ureta Rojas**, primer lepidopterólogo chileno, es también médico de fama y viajero explorador que anduvo por las yungas de Bolivia en busca de sus insectos favoritos. Jefe de la Sección Entomología del Museo de His-

toria Natural de Santiago, sus numerosas publicaciones sobre mariposas argentinas y chilenas le dieron prestigio mundial. Es también miembro correspondiente de la Sociedad Entomológica Argentina en Chile. Algunos de sus trabajos sobre aracnoidismo causaron sensación en el mundo de la medicina.

Don **Alberto Fraga Guichard** es el único especialista chileno en Tabánidos, sobre los que ha trabajado con cierta intensidad, relacionando esos dípteros con los problemas ganaderos.

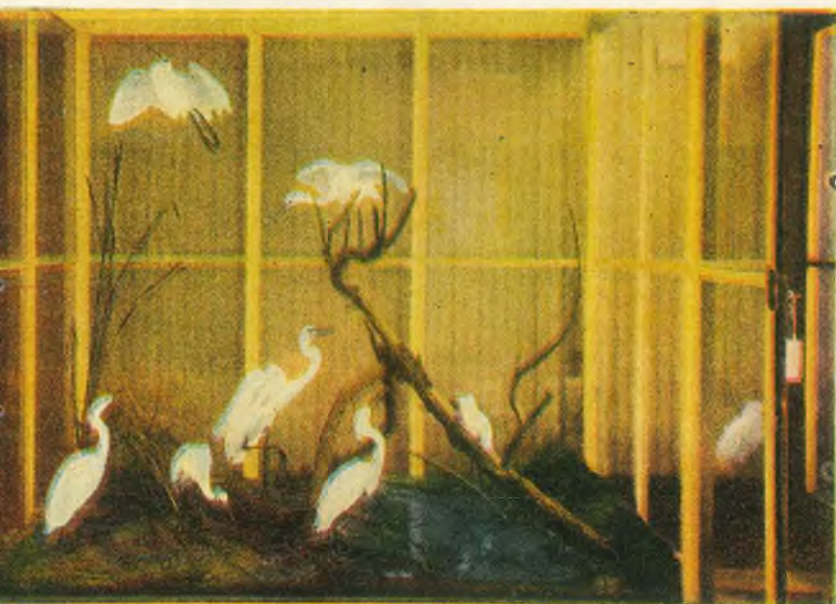
El profesor **Dillman S. Bullock** es un conocido entomólogo y gran coleccionista que dirige en Angol un famoso establecimiento educacional de agricultura práctica, "El Vergel", cuyo Museo hemos podido admirar como uno de los más completos de Chile en materiales de Entomología Aplicada. Sus publicaciones sobre ornitología, relacionadas con las industrias agrarias, son numerosas y de alcance popular. Su persona-

escuelas estadounidenses; Ramón Gutiérrez, entusiasta investigador de la sistemática de los escarabajos; tempranamente desaparecido; G. Olalquiaga Faure, entomólogo y sabio; Rodolfo Wagenknecht, estudioso, viajero, coleccionista y entomólogo, escalador de las más altas cumbres chilenas en busca de insectos andinos y, finalmente, como un homenaje a su vasta labor entomológica y de acercamiento chilenoargentino, por medio de la naturaleza, el R. P. Guillermo Kuschel, cuyos trabajos sobre los curculiónidos han empezado a atraer la atención de los especialistas.

### EN CHILE ES GENERAL LA PASION POR LAS COLECCIONES DE INSECTOS

Hemos nombrado, si bien de paso, a los hombres chilenos que han coleccionado y coleccionan, han trabajado y trabajan en el campo de su entomología, en afanosa búsqueda del conocimiento y

hasta Antofagasta, para coleccionar el grupo de insectos que nos interesa, y hemos podido saborear no sólo la imponencia de los panoramas chilenos, sino la admirable hospitalidad del pueblo hermano y la colaboración de sus entidades científicas, de sus hombres de ciencia y de sus coleccionistas. En 1944 Chile celebró el centenario de la aparición de la "Historia Física y Política de Chile" y la Sociedad Científica Chilena organizó el Décimo Congreso Científico General Chileno y fué intensamente recordado el centenario del arribo de Rodolfo Amando Philippi al país, pues ha sido el más fecundo trabajador en el campo de sus ciencias naturales y hoy su nieto es una brillante figura en la Ornitología chilena. Con la aparición de la "Revista Chilena de Entomología", no sólo se reanuda la obra de los viejos maestros, sino que se lleva a la realidad un perdurable sueño de los entomólogos del país hermano. La dirige un trío famoso:



*Hermoso conjunto de garzas chilenas que se exhibe en el Museo Nacional de Santiago, mostrando el ave en diversas actitudes.*



*Sala "Molina" del nombrado museo de la nación hermana, fundado por Claudio Gay, que guarda interesantes colecciones sobre el tema.*

lidad ha sido factor de progreso en el sur de Chile. Fundó el Centro de Investigaciones Científicas de Angol.

Todavía deben ser citados, en su elevada categoría de entomólogos inteligentes y cultos, el doctor Leónidas Durán, que acupaba la cátedra del doctor Porter y se especializó en lucha biológica; el doctor Roberto Gajardo Tobar, médico entomólogo; don Luis E. Olave, especialista en Buprestidos; el profesor Baldomero Orellana O., eminente profesor y único especialista en Elatéridos, entusiasta defensor de la naturaleza integral; don Santiago Mañan, que estudia los grillos de Chile; Gilberto Montero, profesor, coleccionista y andinista conocido; el ingeniero agrónomo Raúl P. Cortés, joven y ya famoso dipterólogo, formado en las

de la interpretación de la variadísima entomofauna del país vecino. Es tradicional, como dijimos, la pasión chilena por sus insectos y son millares las colecciones que se encuentran en un viaje de estudio, pues es rara la persona, regularmente culta, que no tenga su colección de insectos. Desde la famosa colección que reunió Claudio Gay fueron numerosas las expediciones científicas que anduvieron por tierras araucanas en busca de materiales de estudio, siendo tal vez la más reciente la de los doctores A. E. Michelbacher y E. S. Ross, acompañados por sus esposas, de la Universidad de California, que se llevaron, en 1951, la más extraordinaria colección entomológica. Nosotros tuvimos la inmensa suerte de recorrer las maravillosas comarcas chilenas ("Chile, una loca geografía", de Benjamín Subercaseaux) en 1942-43, gracias a una beca de la Comisión Nacional de Cultura, desde Chilcé

Stuardo, Cortés y Kuschel. Contribuyó a su creación la Facultad de Filosofía y Educación de la Universidad Nacional de Chile y la subvencionan las siguientes entidades privadas: Corporación de Fomento de la Producción, Instituto Sanitas y Anilinas, S. A., Sociedad Importadora Wyllis Ltda., Sociedad Científica Claudio Gay, Sociedad General de Comercio, Agrícola Nacional S. A. C., Shell Mex Chile Ltda., y Raab Rochette y Cia. Cuenta también con una subvención del Estado. Así la Sociedad Chilena de Entomología, en los momentos del renacimiento científico, ha podido publicar varios tomos, en una presentación digna de los ideales que sustenta, de la labor que ha realizado y de la pasión de Chile por las ciencias naturales y especialmente por la Entomología.

**I**NSCRIBIR el nombre del doctor Roberto Raúl Dabbene en la nómina de los precursores que dieron base e impulso a la ciencia en nuestro país, significa un acto de justicia. Su nombre se mantiene en el olvido, pese a que fué un realizador, un investigador, un auténtico hombre de ciencia. Nuestra ciencia, debemos reconocerlo sin ese "chauvinismo" que nos hace ver como nuestro únicamente lo nativo, le debe mucho a extranjeros que, como el doctor Dabbene, se incorporaron al país en forma definitiva, sintiéndose ciudadanos argentinos por el amor a la tierra donde habitaban y a la cual le ofrendaron el fruto de una labor realizada con heroico desinterés. Dabbene fué de esos naturalistas que llegaron a América con una formación científica seria. No vino a aprender, sino a enseñar, con la autoridad de un título universitario conquistado en un centro de estudios prestigiosos. Es verdad que en la Argentina se definió su vocación. Aquí surgió el ornitólogo que llegó a adquirir, en los días de su madurez, fama universal. Pero cuando llegó al país ya era un naturalista, un humanista de amplios y sólidos conocimientos.

Cuando se habla de la contribución que a nuestro progreso y desarrollo dió el aluvión humano de inmigración, a menudo se alude exclusivamente a los miles y miles de hombres laboriosos y humildes que volcaron los barcos de allende los mares en nuestras playas, a partir de la presidencia de Sarmiento. No se puede desconocer que el tesón y el espíritu de empresa de esos extranjeros impulsaron la conquista pacífica del desierto, junto con los ganaderos que tendieron los primeros alambrados en una pampa mostranca. Pero no hay que olvidar tampoco que los integrantes de ese aluvión humano venían al país atraídos por las muchas posibilidades que ofrecía. Un afán los impulsaba: el de lograr un rápido bienestar.

Y es así como el inmigrante, en su anónimo conjunto, tiene un lugar en nuestro agradeci-

miento. La gesta del "gringo" laborioso fué tema para los poetas, los novelistas y los autores teatrales. Mas ¿cuántos son los que recuerdan y exaltan la epopeya del hombre de ciencia? Cuando se ahonda en la biografía de uno de ellos sólo se encuentra, en el mejor de los casos, tal o cual página de algún discípulo agradecido o la tirada debida al orador de circunstancias. Son trabajos enterrados. Semilla que no se difunde. Obras que no trascienden el círculo de los especialistas.

Son muy pocas las obras destinadas a poner de relieve la contribución generosa de estos extranjeros, argentinos de adopción, que vinieron a iluminar los senderos en tinieblas. ¡Qué poco se ha exaltado la obra de quienes nunca buscaron fortuna ni honores!

No obstante, no se puede desconocer que esos hombres, ya sea con sus investigaciones, ya formando discípulos u organizando los centros científicos argentinos, nos han dado un prestigio más sólido y dilatado que el que debemos a las vacas y el trigo.

Azara, Bonpland, Burmeister, Berg, Bertoni. La lista no es muy extensa. Dabbene figura en ella.

Cuando llegó a la Argentina tenía 23 años. Traía bajo el brazo su flamante título de doctor en ciencias naturales, conquistado luego de haber seguido estudios en las universidades de Turín y Génova.

Nacido en la primera de las ciudades nombradas el 17 de enero de 1864, inmediatamente de presentar su tesis —que versó sobre "Gli organi di sostegno negli animali invertebrati"—, buscó más amplios horizontes para completar en la naturaleza su formación científica.

Los estudios hechos en una de las universidades más prestigiosas de su época lo habían puesto en contacto con biólogos ilustres, como Lessona, Camerano, Lombroso, Malescot, etc., quienes no sólo contribuyeron a su formación científica, sino que influyeron también su cultura humanista, a la cual le debió un interés siempre vivo y ardiente por todas las manifestaciones de la cultura, haciendo de su persona esa mezcla de caballero, franco, sensible, hidalgo y exquisitamente informado sobre artes, historia y las más diferentes manifestaciones del saber. Decidido a recorrer el mundo en busca de una naturaleza que conservara aspectos inéditos para la ciencia, fué aconsejado por Parona para que viniese a nuestro país. Era el lugar de su destino. Más tarde, conversando con el marqués Giacomo Doria y el barón Negri, de la Sociedad Geográfica Italiana, éstos lo indujeron a su vez a trasladarse al Perú. Allí fué Dabbene. En Lima trató de ponerse en contacto con el profesor Raimondi, ilustre naturalista, pero no encontrán-

dolo, siguió viaje a la Argentina.

#### DABBENE EN CORDOBA

Córdoba, en 1887, era, como lo ha sido siempre, un centro científico y de estudio capaz de atraer a un joven investigador. Precisamente, cuando llegó Dabbene a la capital de esa provincia, se había fundado el Museo Politécnico, a iniciativa del doctor Cárcano. El padre Lavagna que lo dirigía, lo nombró ayudante técnico del mismo y Dabbene vió languidecer sus días en la impotencia, ante un museo sin colecciones, tal vez sin presupuesto, que sólo contaba con una casa desamueblada. Se incorporó a la universidad de la "docta" en carácter de profesor de química. Sus impulsos, sin embargo, lo llevaban a viajar continuamente por el interior de Córdoba, hasta Tucumán, Santiago del Estero y Salta, siempre acuciado por el deseo de penetrar en la naturaleza y en sus criaturas.

Son pocos los rastros que han quedado de la obra del naturalista en esa época. Lo cierto es que en 1890 lo hallamos instalado en Buenos Aires. Dirigía entonces el Jardín Zoológico de esta Capital el Dr. Eduardo L. Holmberg, quien lo incorporó, en carácter de naturalista, puesto que, ya sea rentado o "ad honores", desempeñó durante 40 años.

#### SU OBRA EN EL MUSEO

No era ése el puesto donde debía revelarse. Necesita un horizonte más amplio, una labor de investigación más profunda. Han escrito dos discípulos de Dabbene, los ornitólogos Alfredo B. Steullet y Enrique A. Deautier, autores de una importante obra —"Catálogo Sistemático de las Aves de la República Argentina"— publicada por el Museo de Eva Perón, que "uno de los mayores aciertos que tuvo Berg, al hacerse cargo de la Dirección del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, fué la de incorporar el Dr. Dabbene al personal científico del mismo".

Allí se define la vocación de ornitólogo de Dabbene. Allí

# ROBERTO RAUL DABBENE

FUNDADOR  
DE NUESTRA  
ORNITOLOGÍA

FOR

CARLOS SELVA ANDRADE



realiza su obra perdurable. En esa casa pone de manifiesto su capacidad de trabajo, su lucidez, su espíritu de investigador de las ciencias.

Naturalista viajero del Museo, participó de las expediciones organizadas bajo la dirección del ingeniero Carlos R. Gallardo, primero a Misiones, en 1900, y luego a Tierra del Fuego e islas de los Estados, en 1902.

A su conocimiento de las regiones central y norte del país unía ahora este otro del extremo noroeste y el extremo sur, tan ricas, tan sugestivas y tan opuestas en su naturaleza y topografía. En Tierra del Fuego hizo observaciones minuciosas de la fauna, dando a publicidad un trabajo sobre esa región titulado "Viaje a Tierra del Fuego e Islas de los Estados". También fruto de esas observaciones es "Mamíferos y aves de la Tierra del Fuego e islas adyacentes", que apareció en los Anales del Museo junto con colaboraciones de Ameghino, Spegazzini, Angel Gallardo y Brethes.

En 1910 se realizó en Buenos Aires un Congreso Científico, al cual Dabbene, por instancias de Ameghino, que lo había seguido en los estudios que, además de la fauna, había realizado sobre antropología y etnografía, presentó un trabajo titulado: "Los indígenas de la Tierra del Fuego. Contribución a la etnografía y antropología de los fueguinos", publicado posteriormente en el Boletín del Instituto Geográfico.

Un hecho es curioso. Florentino Ameghino, el titán de nuestras ciencias, que alienta a Dabbene a ocuparse de la etnografía y antropología de los fueguinos, es quien descubre su verdadera vocación de ornitólogo y lo induce a dedicarse a esa especialidad.

El doctor Dabbene encaró con fervor el estudio de las aves, haciéndose cargo de las colecciones que había en el museo, constituídas por 600 pises colectadas en varias partes de la república y cuya ordenación y determinación faltaba hacer. No se conformó con esa tarea, sino que se preocupó por enriquecer las colecciones formando series de aves de cada una de las regiones del país.

Hasta ese momento las

obras de consulta sobre nuestra avifauna eran pocas. Las de carácter orgánico, excluyendo la de Félix de Azara, menos aún, ya que la "Argentine Ornithology", de Sclater y Hudson, cerraba el panorama. Tales obras se referían a sólo una parte de las aves, no más de 434 especies. Dabbene acometió, por lo tanto, una obra gigantesca, ya que era necesario no sólo reunir ejemplares, sino consultar una copiosa bibliografía dispersa en revistas de muchos países que, de una u otra manera, hubiesen descrito o citado aves de nuestro territorio. La capacidad de trabajo de Dabbene asombra. Re-

corre nuestro país, y de cada una de sus giras regresa con cantidad de pieles y de observaciones. No es el frío colector. Por el contrario. Con un criterio moderno encara la clasificación de especies nuevas basándose en los caracteres internos, al par que anota sus hábitos de nidificación, costumbres nupciales y cuanto atañe a la biología de los seres alados, cosa que el naturalista puede únicamente captar en plena naturaleza.

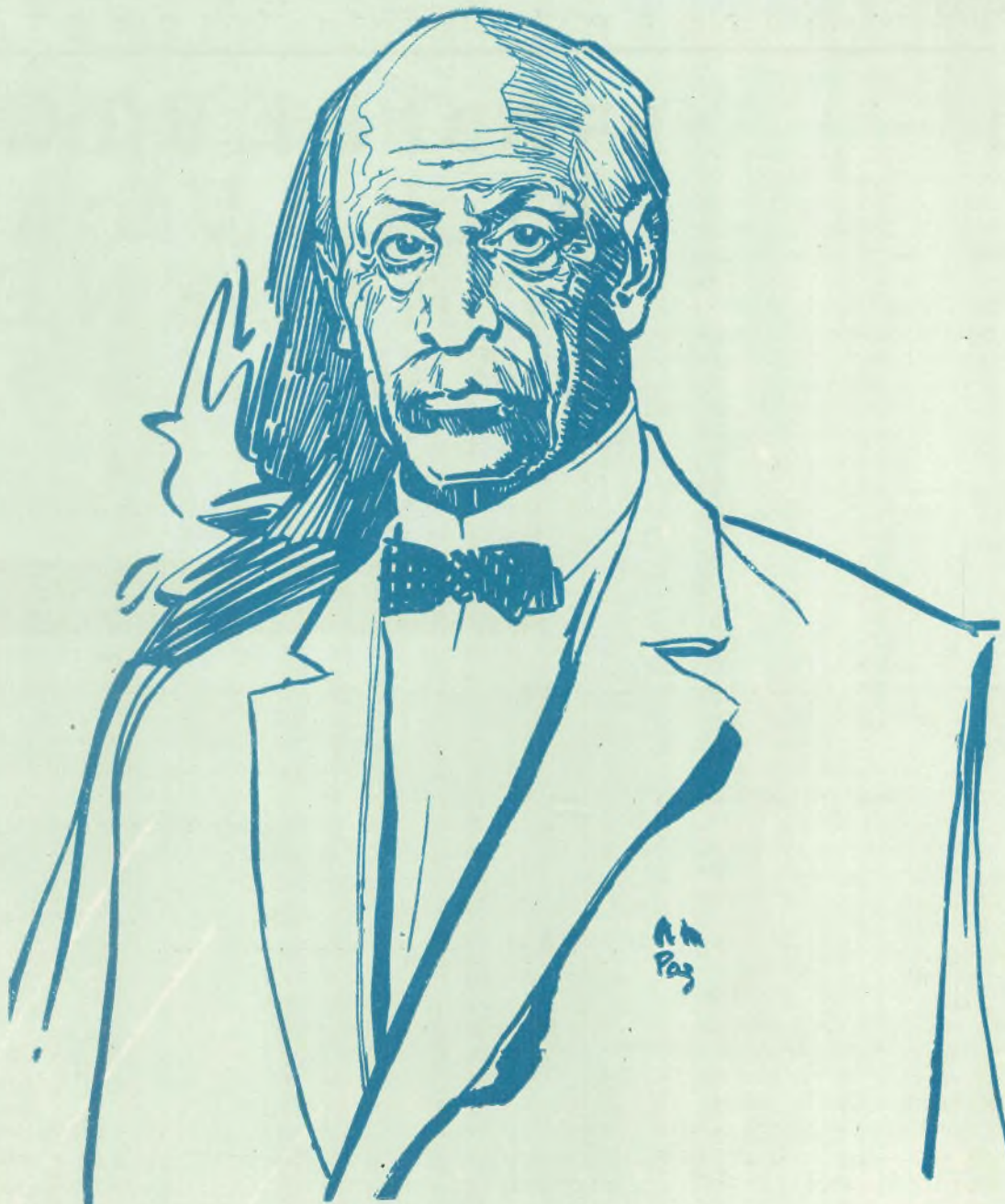
Productos de esta observación continuada y de estos estudios de gabinete que la complementan es su obra "Ornitología Argentina", que se publica en 1910. En ella se ocupa de la parte técnica, sin des-

cuidar la divulgación. Junto con la anatomía de nuestras aves, encara el aspecto de su distribución geográfica, estudios todavía no superados y en los que sobresalió nítidamente.

En 1931 ya el museo cuenta con 20.000 ejemplares catalogados y con los antecedentes que se refieren a su sexo, fecha y lugar de captura, así como también el nombre del colector.

Cuando el famoso ornitólogo norteamericano Frank M. Chapman estuvo en nuestro país y visitó el museo, se refirió en estos términos a la obra del doctor Dabbene:

(Continúa en la pág. 102)



El ornitólogo Roberto Raúl Dabbene

# PRODUCTIVIDAD BIOLOGICA DE LAS LAGUNAS

**L**OS modernos y costosos elementos técnicos con que se ha dotado últimamente a la Dirección de Promoción Económica Agraria justifican por cierto las inversiones, ya que el instrumental aportado a la repartición permite concretar un plan formulado con criterio objetivo y en el cual la función técnica —en sana interpretación— se subordina a la etapa económica y de conservación indispensable para el constante progreso de la provincia.

En la actualidad se realizan estudios de productividad biológica de las lagunas de Vitel y El Burro, ambas en el distrito de Chascomús, la que es complementada por la investigación del ciclo biológico de la **almeja amarilla (Mesodema mactroides)**. Este trabajo resulta indispensable para la racionalización de explotación del

El gobierno de la provincia de Buenos Aires, por intermedio del Ministerio de Asuntos Agrarios, realiza en la actualidad un vasto plan de actividades concordantes con previsiones del programa estatal en vigencia hasta 1958.

En ese sentido cabe destacar, por su importancia económico-social, la labor que se cumple en la Dirección de Promoción Económica Agraria de aquel departamento, ya que dentro de la amplia estructuración de las funciones a su cargo se encuentran factores de trascendental importancia, como la conservación de los recursos naturales del territorio provincial, zonificación de la red frigorífica bonaerense para la campaña "100.000 granjas", planificación de los mataderos frigoríficos y mercados oficiales, etc.

Labor tan amplia como heterogénea ofrece motivos suficientes para que merezca la interesada atención del público lector, tan ajeno comúnmente al intrincado engranaje científico-administrativo que mueve la economía y establece las bases para su progresivo aumento y perfeccionamiento.

citado molusco y evitar su desaparición por la extracción indiscriminada.

Asimismo, corresponde a este plan el estudio del plancton marino costero, factor concu-

rente para determinar el ciclo biológico de la especie nombrada.

Si resulta de interés la almeja amarilla, de no menos utilidad es el conocimiento real

de las almejas de agua dulce, ya que son las fuentes productoras del nácar para la industria. Esa circunstancia económica ha motivado la inclusión de ese estudio en el plan de trabajos de la dependencia.

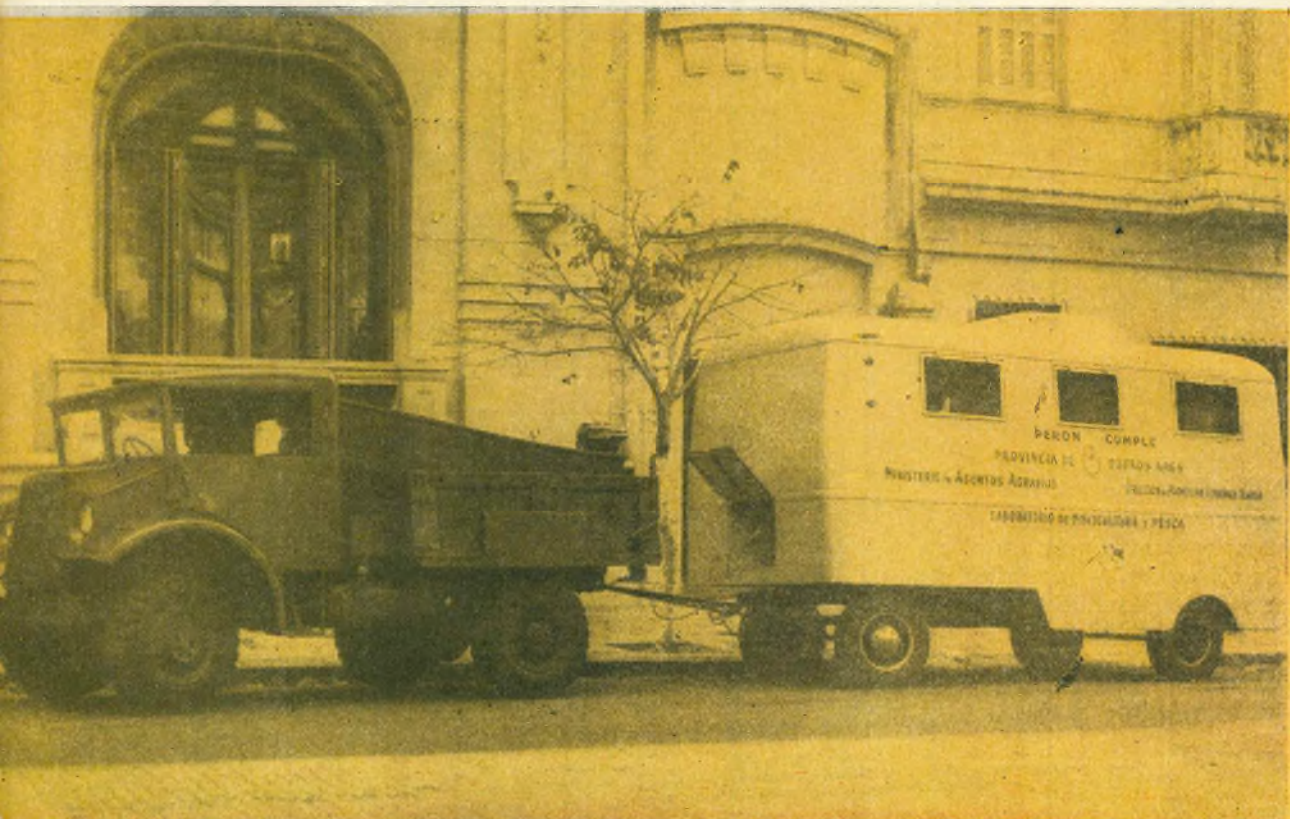
## ALIMENTOS DE LOS PECES

El pejerrey, como elemento valioso en la nueva Cocina de la Salud preconizada en la política alimentaria argentina, y además como factor deportivo de indudable importancia, ha originado el interés de las autoridades en todos los aspectos que conciernen a su vida, reproducción, defensa, alimentación, etc.

Por ello, el estudio de las costumbres alimentarias de los peces que conviven con el pejerrey, se halla encarado con particular dedicación por técnicos especializados. De esta investigación en los distintos biotopos provinciales surgirá el necesario equilibrio biológico favorable al pejerrey, lo que permitirá el incremento de esta especie.

Para favorecer también el aspecto deportivo, el gobierno ha encarado el estudio de los cuerpos de agua aptos en el territorio bonaerense para lograr una amplia difusión de los salmónidos.

*El Laboratorio Rodante de Piscicultura y Pesca, dotado de un compartimiento-sala con dos mesadas de metal inoxidable, pileta, cajonadas, estantería para instrumental, equipo electrógeno, tanque de agua, compartimiento-dormitorio con tres cuquetas, cajonada y servicio con lluvia. El camión remolque lleva asimismo un chinchorro*



Una de las guarderías de pesca que se construyen en las lagunas bonaerenses para los servicios de fiscalización y contrator de la pesca comercial. Consta de habitación y comodidades para familia y galpón para elementos de trabajo.



Todos estos trabajos vinculados a la pesca constituyen una etapa del Catastro de Lagunas de la Provincia (fiscales y privadas) y material científico para la Corología, en ejecución, de la Piscicultura Provincial.

### CENTRO PATRIMONIAL DE AVES

En lo que concierne a la caza, está a punto de finalizarse el censo patrimonial de aves y mamíferos silvestres, con determinación de su área geográfica de dispersión y régimen alimentario.

### UN LABORATORIO RODANTE

Otra de las actividades que adquieren especial significación científica es la que se realiza mediante el Laboratorio Rodante, recientemente adquirido por la Provincia para realizar en él el estudio de cuerpos de agua.

Este laboratorio consta de un compartimiento-sala, con dos mesas de metal inoxidable, piletas, cajonadas, estanterías para el instrumental, equipo eléctrico, tanque de agua y un compartimiento provisto de tres cuchetas, cajonada y servicio de lluvia.

Todo ello se completa con un camión, tipo guerrero, que transporta además un chinchorro con motor portátil, que es utilizado para la extracción de las muestras de cuerpos de agua.

Entre el instrumental asignado para estas tareas, cabe destacar una draga Eckman,

primera en su tipo fabricada en el país para la extracción de muestras de fondo.

La labor que se realiza en el Laboratorio Rodante, es la siguiente: **a)** Fisiografía: ubicación, tipo de laguna, costas, vegetación, batimetría y determinación de fauna íctica. **b)** Extracción de muestras: agua (para análisis químico y biológico) y sedimento (para estudio del limo). **c)** Tarea de laboratorio: agua (análisis químicos cualitativo y cuantitativo), zooplancton y fitoplancton; peces: medida y peso, determinación de edad, desarrollo, de gonados y contenido intestinal (régimen alimentario).

Como se puede advertir, una verdadera tarea científica ambulante, con todas las ventajas de realizarse con rapidez.

Esta etapa, verdaderamente dinámica, de la Provincia en el ramo que se comenta, será complementada con la capacitación de técnicos mediante la habilitación de la Escuela de Piscicultura y la realización de cursillos en distintos distritos de Buenos Aires.

### ESTACION HIDROBIOLOGICA

También merece especial mención la Estación Hidrobiológica de Chascomús, que contribuye al plan de recupera-

ción con las larvas de pejerrey incubadas en sus instalaciones y que se estima alcanzarán en el corriente año al tope de 20 millones de alevinos.

La limpieza y recuperación de las lagunas ha motivado también la preocupación estatal. Esos trabajos se realizan en la actualidad con ocho máquinas segadoras, a las que se unirán en este año trece nuevas unidades para acelerar y perfeccionar las tareas específicas.

### FRIGORIFICOS Y MATADEROS

Otro aspecto de la vasta actividad de la Dirección de Promoción Económica es el de la planificación de los mataderos frigoríficos y mercados oficiales de la Provincia.

Actualmente, y con la colaboración del Ministerio de Obras Públicas, se ha encarado la construcción del frigorífico de Chacabuco, ampliación del frigorífico de Bolívar, construcción de cámaras frigoríficas en los mercados de frutos del Tigre, Mataderos, Salto, San Pedro, Carmen de Arco, Tapalqué, Adolfo Alsina, General Pinto, Campana, Miramar, General Viamonte, 25 de Mayo, Monte, Maipú, Bara-

dero, Magdalena, Saladillo, Quequén y Rivadavia.

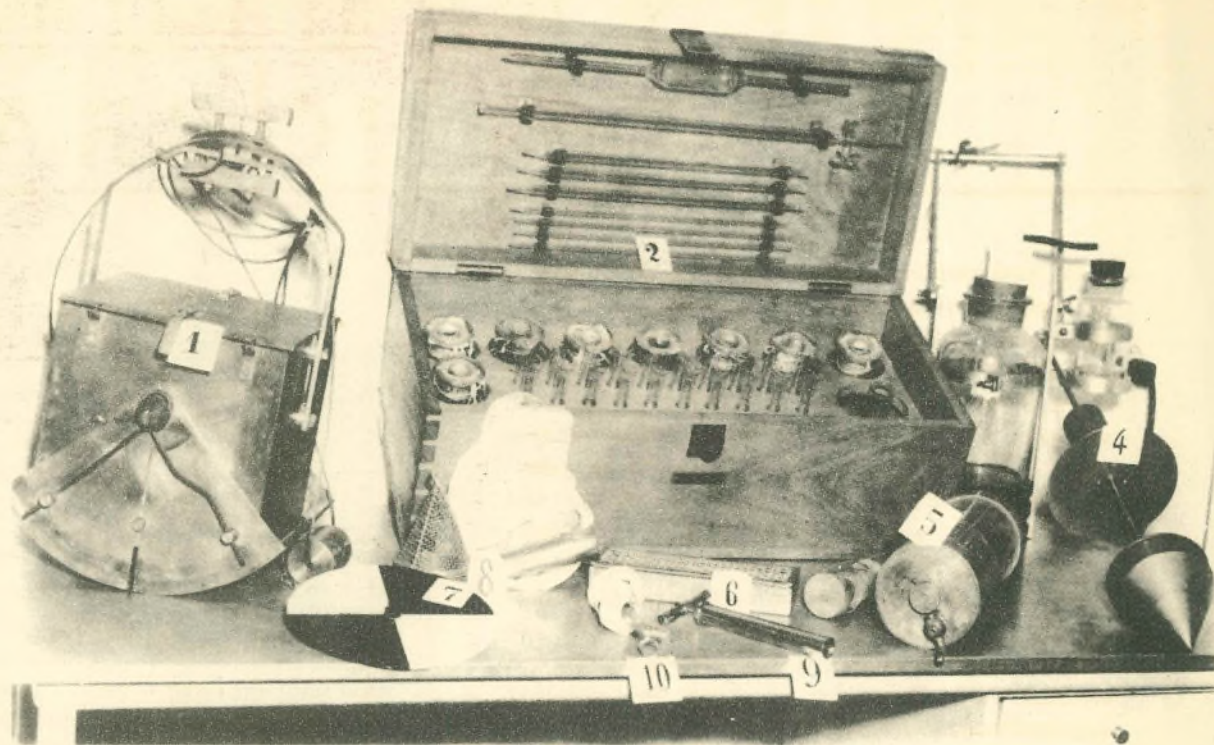
### LA RED FRIGORIFICA

Como programa de trabajo en el plan de las "100.000 Granjas" encarado por el gobierno de la Provincia, se realizan los estudios previos para la zonificación de la red frigorífica bonaerense, para superar el déficit de frío comprobado en una encuesta que ya ha llegado a su fin.

En esta forma, los productos de las pequeñas granjas podrán concentrarse en sus lugares de origen para el consumo local, reservándose en las cámaras frías el excedente para su traslado al Gran Buenos Aires, y posteriormente, en caso de una producción que sobrepase el consumo argentino, hacia el extranjero, con el consiguiente beneficio económico para el país.

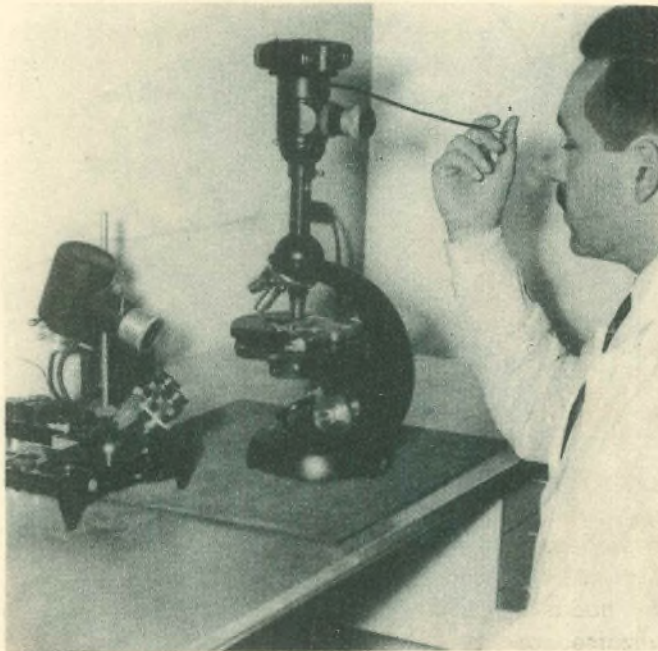
Recorrido panorámicamente el plan de trabajos, queda como síntesis la expresión de un progreso manifiesto en la economía provincial, a la que se han unido la ciencia y la técnica —con sus instrumentales modernísimos y valiosos— para concretar el anhelo de un pueblo que conoce el camino de su éxito, y que se empeña en alcanzarlo con su dinámica laboral y el maduro programa estatal colocado bajo su responsabilidad constructiva.

Obsérvanse en la nota gráfica varios elementos e instrumental utilizado por la Dirección de Promoción Económica Agraria de la provincia de Buenos Aires, en sus tareas de estudio de la productividad biológica de las lagunas. 1) Draga Eckman, primera en su tipo construída en el país, usada para la extracción de muestras de fondo. 2) Cajón para campaña con instrumental para determinar la cantidad de oxígeno en el agua. 3) Frasco para la extracción de la muestra para determinación de O. 4) Sonda y sacatestigo para profundidades y obtención de muestras de sedimentos de fondo, respectivamente. 5) Botella de Ruthner para obtención de muestras de aguas de profundidad. 6) Caja metálica

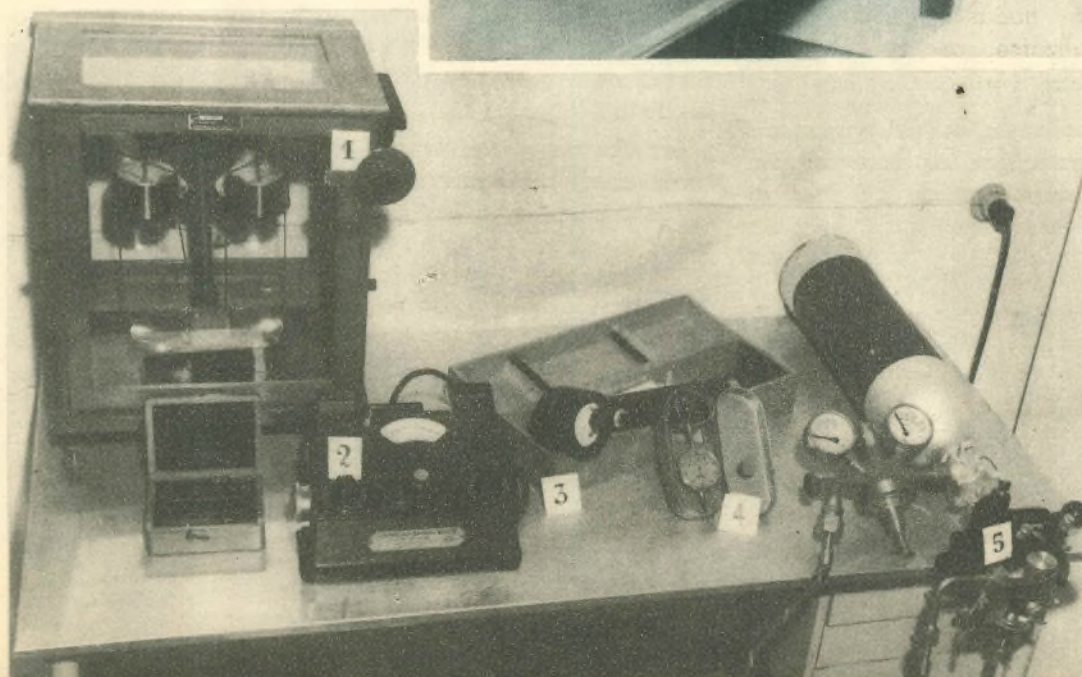


## UN PLAN DEL GOBIERNO BONAERENSE

para inmersión de porta-objetos para la obtención de muestras de bacterias. 7) Disco de Secchi para determinar la transparencia del agua. 8) Cono de Birge y red de plancton para extracción de zoo y fitoplancton. 9) Pipeta de Henselm para extracción de muestras de plancton en 1 cm<sup>3</sup> de agua; y 10) Turbidímetro para la determinación de la turbidez de las aguas en los biotopos, ya estudiados.



Uno de los profesionales de la Dirección de Promoción Económica Agraria en instantes de fotografiar un preparado con el moderno instrumental recientemente adquirido para aquella dependencia.



Otra parte del valioso instrumental con que ha sido dotada la repartición bonaerense para sus trabajos específicos. 1) Balanza analítica; 2) fotocolorímetro Lange; 3) potenciómetro; 4) anemómetro; 5) moderno micrótopo de congelación e inclusión.

# EXPEDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En esta publicación (ver número 18) se dieron los detalles de la planificación y ejecución de la Operación "Merluza", en la que varias instituciones oficiales responsables de la explotación de intereses nacionales en el Mar Argentino, aunaron esfuerzos para lograr un conocimiento amplio de esa fuente de recursos para el potencial de la Nación. De tal modo, la Marina de Guerra, el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" e Instituto de Investigación de las Ciencias Naturales, el Departamento de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Obras Sanitarias de la Nación y un grupo de científicos especializados, constituyeron el "Grupo de Tareas" encargado de ese estudio de largo aliento.

La zona de operaciones elegida es la misma que consigna el gráfico publicado en el número 18 de "Mundo Atómico", ilustrando una nota sobre esta operación, que representa en la actualidad el espacio que soporta en mayor escala la explotación pesquera en nuestras costas.

EN el desarrollo de los trabajos el buque oceanográfico "Madryn", de la Marina de Guerra, salió al mar en varias oportunidades durante las cuales ocupó 91 estaciones oceanográficas regulares, en distintas épocas del año. En cada una de estas estaciones se extrajeron muestras de agua de la superficie y de distintas mediciones de temperatura y corrientes, obtención de plancton en superficie y profundidad y otra serie de observaciones oceanográficas de interés.

Al mismo tiempo que el "Madryn" trataba de investigar la configuración del mundo físico marino, ambiente natural de desarrollo de los seres vivos, personal científico embarcado en buques pesqueros analizaron los especímenes obtenidos en las redadas de esas embarcaciones. Se pudo obtener así un cuadro mas completo del ambiente físico y biológico de esa importante área.

Los informes de los distintos equipos especializados fueron concentrados en la Dirección General de Navegación e Hidrografía, la que efectuó la síntesis de los mismos en 1954, fijado como año patrón para los futuros estudios sistemáticos.

Los resultados han sido muy halagadores, y cabe destacar aquí el interés y esfuerzo personal de cada uno de los participantes, que han permitido concretar conocimientos hasta ahora ignorados de esa fuente de recursos tan importante para nuestro país.

Antes de entrar al detalle de los resultados, es conveniente aclarar algunos conceptos sobre la estrategia adoptada en estos estudios.

Como es sabido, en el mar se desarrolla la vida vegetal y animal, tal como sucede en la tierra firme que habitamos. La diferencia fundamental estriba en el medio en que se desenvuelve esa vida. Así co-

mo para la especie humana es fundamental conocer los aspectos físicos del suelo y del aire entre los cuales se mueve, también es fundamental conocer qué clase de agua envuelve a las especies marinas que en ella se desarrollan.

Las golondrinas abandonan su habitación en invierno y regresan en verano. El problema que se plantea ahora es: ¿Existe verano e invierno en las aguas que habita la merluza? En caso de existir, ¿este pez realiza migraciones? Es indudable que esto interesa al pescador, para poder largar sus redes con un cierto por ciento de éxito.

Por otro lado, así como el ganadero busca los mejores campos de pastoreo para su hacienda, el problema que se plantea en el mar es también ubicar esos campos fértiles para el desarrollo de la vida.

En este aspecto es indudable que existe un gran paralelo entre los estudios agronómicos y los oceanográficos. La única diferencia es el "objeto" del estudio, es decir, el medio ambiente biológico. Planteado el problema en esta forma, pasaremos a describir el mecanismo de los estudios.

Las masas de agua en que habitan los peces se caracterizan fundamentalmente por dos propiedades: temperatura y cantidad de sales o salinidad. Estas dos propiedades representan algo así como el nombre y apellido de la masa de agua; sus equivalentes en la

atmósfera que respiramos son la temperatura y humedad ambiente. Esas masas de agua ya identificadas se mueven en forma similar a como lo hacen las masas de aire y con ellas se mueven también las poblaciones de peces que la habitan.

El análisis de las muestras de agua obtenidas por el "Madryn" en las distintas estaciones cubiertas, permite identificar las masas presentes en un determinado momento. Como estas estaciones son cubiertas en distintas épocas del año, es posible por lo tanto determinar cómo se mueven esas masas de agua.

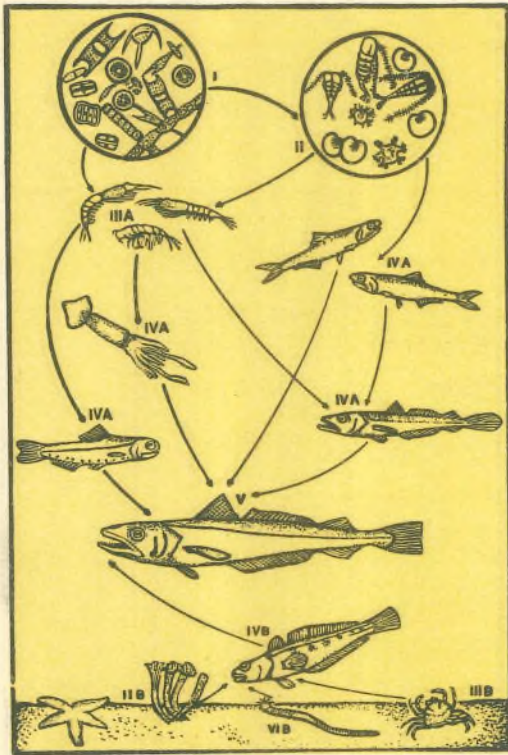
Identificadas ya las mismas y conocida su dinámica, el problema consiste ahora en determinar la existencia de los "campos fértiles de pastoreo".

¿Cómo se identifican los "campos de pastoreo" en el mar? La pregunta se contesta por sí misma. Hay que buscar el "pasto", y el "pasto" en el mar es el fitoplancton o sea las microscópicas algas flotantes. Estos microorganismos vegetales poseen clorofila como las plantas de tierra firme, y tal como estas últimas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir de sales nutrientes, agua y anhídrido carbónico, gracias a la energía solar. Es así como el fitoplancton realiza la actividad básica de la producción biológica del mar. Se comprenderá por lo tanto que para que las algas del fitoplancton se desarrollen

POR EL CAPITAN DE FRAGATA

LUIS R. A. CAPURRO

Jefe del Departamento de Oceanografía  
de la Dirección General de Navegación e  
Hidrografía del Ministerio de Marina.

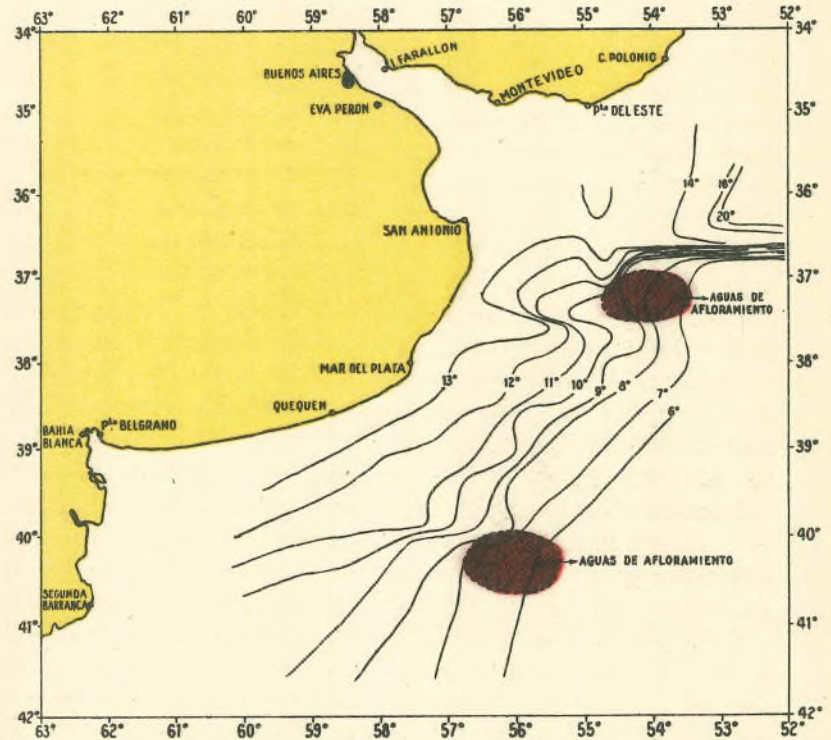


Cadena alimenticia de la merluza del Mar Argentino (*Merluccius hubbsi*). I, fitoplancton; II, zooplancton; III, A, crustáceos pelágicos consumidores de fito y zooplancton; IV, A, calamares, anchoíta, myctophum y merluza joven que se alimenta con organismos planctónicos de los eslabones II y III, A; III, B, invertebrados bentónicos detritívoros y bacteriófagos; IV, B, peces (*Notothenia ramsayi*) que se alimentan con organismos bentónicos; V, la merluza consumidora de peces (IV, A y IV, B) y calamares (IV, A). El gráfico demostrativo de esta cadena alimenticia ha sido preparado por el Museo de Ciencias Naturales.

tes, sedimentos y topografía del fondo, profundidad, etc., es indudable que ya se conoce el medio físico donde se desarrolla la vida en las distintas épocas del año.

La cuestión que hay que considerar ahora es el de los

distintos seres vivos que se desarrollan directa o indirectamente a expensas de los integrantes del fitoplancton; es decir: ¿Quién vive en el medio acuático? ¿Qué hacen a lo largo del tiempo? ¿Se desplazan o permanecen estacionarios?



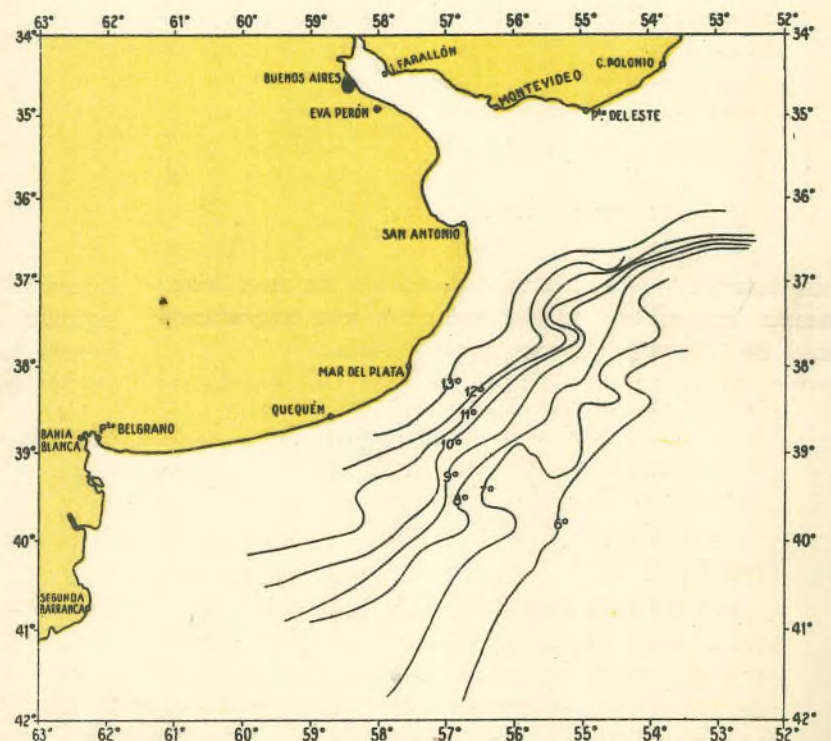
Distribución de la temperatura en la superficie del agua. Las isotermas corren paralelas a la costa, pero en latitud 36°30' se desvían abruptamente hacia el Este.

y elaboren sustancias orgánicas, es una condición fundamental la presencia de sales nutrientes o nitratos, nitritos, fosfatos, silicatos, etc. Por ello los químicos del "Madryn" determinaron a través de procesos muy elaborados, las concentraciones de esas sales nutrientes. Estas determinaciones, realizadas en la totalidad de la zona en estudio y en distintas épocas del año, permiten tener una idea de la capacidad potencial de la misma para producir áreas fértiles o ricas en fitoplancton, ya que la mayor densidad de este último traerá como lógica consecuencia una mayor producción y abundancia de seres vivos conectados con él, por relaciones alimenticias directas o indirectas.

Conjuntamente con las extracciones de agua y en la imposibilidad de apreciar a ojo desnudo la cantidad de "pasto presente", se efectuaron extracciones de ese "pasto" o algas microscópicas con unas redes especiales de seda que permiten el pasaje del agua reteniendo al plancton. Estas muestras son conservadas y posteriormente los biólogos especializados identifican al alga y determinan su concentración.

Con los datos obtenidos de temperatura, salinidad, movimiento de las aguas, su transparencia, cantidad de nutrien-

Gráfico demostrativo de la temperatura del agua a la profundidad de cincuenta metros, según las observaciones realizadas en el período que abarca mayo y junio de 1954.



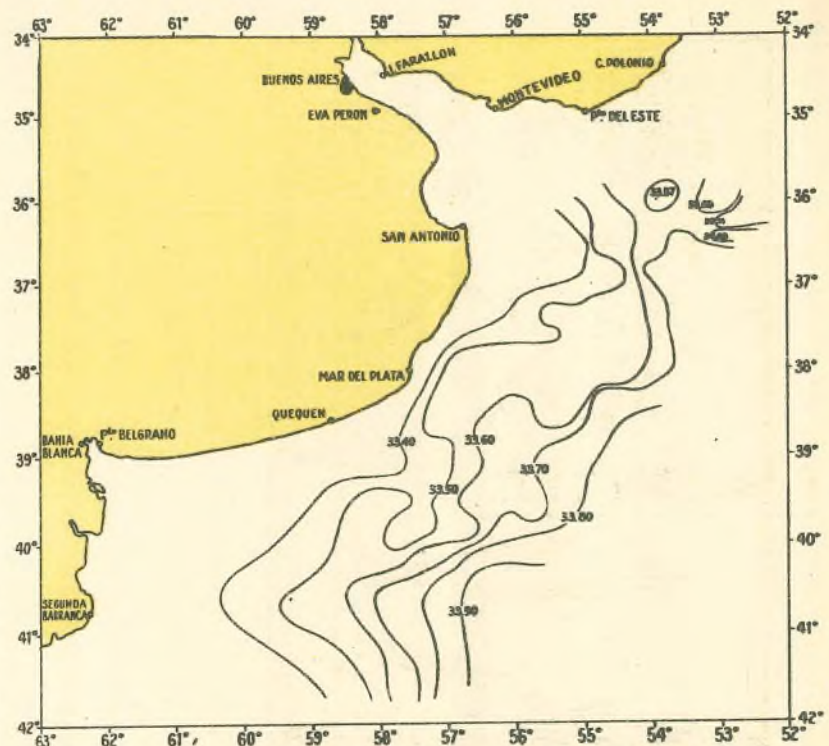
¿Dónde y cómo nacen y se crían? La respuesta a todos estos interrogantes son dadas a conocer paulatinamente en base a las investigaciones de los ciclos de cada una de las especies, investigaciones que abarcan un esfuerzo y tiempo considerable. Como ejemplo ilustrativo tomaremos el caso de nuestra merluza. De lo que se conoce hasta el momento actual se puede afirmar que es un pez que habita frecuentemente las aguas próximas al fondo con temperatura entre 6° y 8° C y de salinidad entre 33.5 o 34 %. El análisis de los contenidos estomacales nos revela que se trata de un pez carnívoro depredador cuya nutrición varía de acuerdo a su tamaño; así mientras los juveniles se nutren a expensas de pequeños crustáceos pelágicos, los adultos lo hacen en base a calamares, crustáceos, nototeninas, anchoíta, peces luminosos (*Myctophum*) y ejemplares de su misma especie (canibalismo). La predominancia de uno u otro de estos componentes está en relación con la época del año, el tamaño y la latitud geográfica. A su vez los seres que forman parte del alimento de la merluza son animales que en el ambiente acuático poseen regímenes propios viviendo a expensas de otros organismos; los que por su parte se nutren de otros cada vez más pequeños. De esta manera se converge necesariamente hacia los microorganismos del zooplancton, los que en última instancia se nutren de los componentes del fitoplancton. La transferencia de la sustancia orgánica elaborada por los integrantes de esta última comunidad en su pasaje a través de los distintos organismos hasta llegar a nuestro ejemplo de la merluza constituye lo que ha dado en llamarse la "cadena alimenticia" de esta última (ver fig. 9).

Los biólogos embarcados en los buques pesqueros analizaron por su parte las redadas de los mismos y contestan algunas de aquellas preguntas,

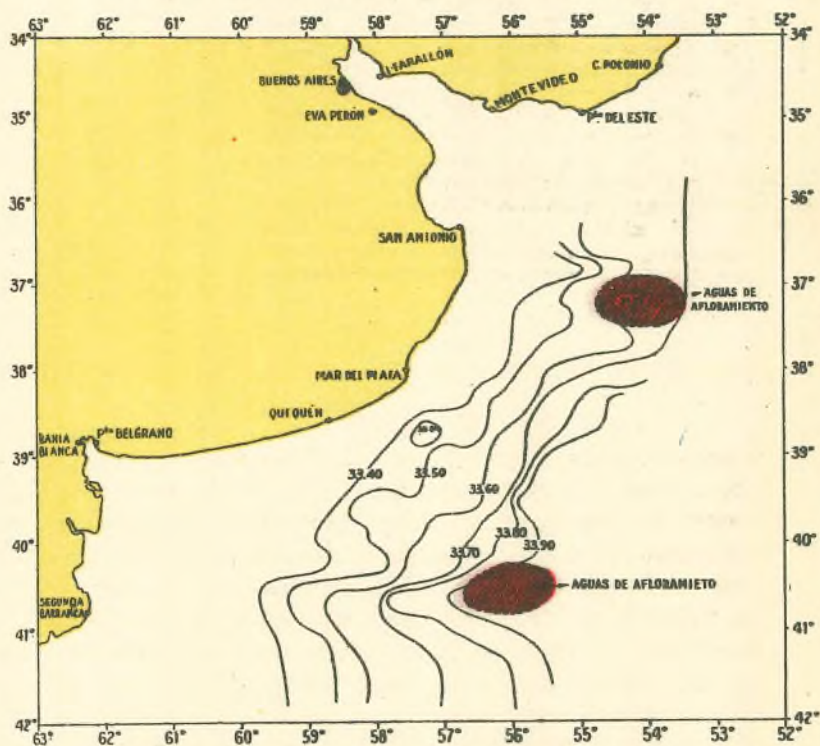
identificando a los peces, midiéndolos y determinando estadísticamente la población presente y posteriormente a lo largo del tiempo, correlacionando estos datos con los del ambiente físico obtenidos por el trabajo del "Madryn". Conviene aclarar que en la Biología esta clase de estudios es competencia de la Ecología y aplicados a un pez específico se busca en síntesis conocer "el ciclo de vida de ese pez". El conocimiento de este ciclo de vida permitirá dictar las reglas apropiadas para la pesca del mismo en forma racional y evitar su exterminio.

Aclarada en forma muy general la técnica del estudio, pasaremos a mostrar los resultados obtenidos en este año patrón 1954. (Los gráficos que se agregan muestran claramente la distribución de algunas propiedades importantes que, debidamente utilizadas por los distintos equipos a lo largo del tiempo, permitirán lograr los objetivos tan ambiciosos que se persiguen.) Debe destacarse la identificación de dos "centros de afloramiento de agua" o "upwelling". Este simple término involucra un proceso de mucha repercusión en el mar. En efecto, como su mismo nombre lo indica, las "aguas de afloramiento" son masas que ascienden lentamente desde el fondo del mar por razones dinámicas que se pueden explicar. Estas aguas ascendentes son muy ricas en sales nutrientes y por consiguiente cuando llegan a la superficie son análogas a tierras muy abonadas, es decir, áreas fértiles. Es muy fácil por lo tanto comprender su implicación en las poblaciones de peces que buscan alimentos. Estas zonas están indicadas en los gráficos agregados.

Las aguas de la plataforma continental mostraron la influencia de las distintas masas de agua del talud continental y del río de la Plata. Fué posible identificar la corriente del Brasil en el Norte de la zona



Distribución de la salinidad en la superficie de las aguas estudiadas en la campaña realizada el año pasado durante los meses mayo-junio.



Salinidad de las aguas a los cincuenta metros de profundidad y zonas de aguas de afloramiento establecidas también en 1954.

con temperaturas de 20°C, salinidad de 36° ‰ y contenido de fosfato muy bajo (de 29 a 30 mg P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> en superficie y 12 mg/m<sup>3</sup> en profundidades entre 30 y 200 m. El agua subantártica acusó una temperatura desde 6° a 8° C, con salinidad de 33 a 34° ‰ y las

concentraciones de fosfatos entre 80 y 120 mg/m<sup>3</sup>.

La figura 3 muestra la distribución de la temperatura en superficie. Las isoterms corren paralelas a la costa, pero en latitud 36° 30' se desvían bruscamente hacia el este.

(Continúa en la pág. 93)

# LA ACCION DE LA RADIACION DE ALTA ENERGIA EN EL AGUA Y EN LA SOLUCION ACUOSA

POR

A. H. W. ATEN (jr.)

(Invitado especial de la Comisión Nacional de Energía Atómica)

**P**OR lo menos durante medio siglo el mecanismo por el cual la radiación procedente de los materiales radiactivos ataca los componentes químicos, ha planteado un problema intrincado a los especialistas.

Originariamente esta cuestión presentaba un interés científico, aunque hace ya mucho tiempo se tuvo la certeza de que eventualmente colocaría a la radiología sobre una base científica, puesto que el cuerpo humano es básicamente la solución diluída de una gran cantidad de componentes químicos en agua. Sin embargo, recientemente el desarrollo de la energía atómica ha aumentado enormemente la importancia de este campo de estudios. Tanto la acción biológica de la bomba atómica, como el problema de seguridad involucrado en el tratamiento químico de las barras de uranio usadas en una pila de este metal, pueden entenderse profundamente sólo con la obtención de una exacta comprensión de los efectos químicos de las radiaciones.

Es en cierto modo sorprendente que hasta el fin de la

última guerra el proceso básico en este campo fuera interpretado en una forma absolutamente errónea. Debemos a J. Weiss el tener ahora una idea aproximada de qué ocurre en ese sistema.

El hecho típico respecto a la irradiación de los sistemas acuosos mediante los rayos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  o  $x$ , es que se oxidan las sustancias reductoras mientras que se reducen los compuestos oxidantes. Este hecho, observado correctamente hace algunas décadas, fué por mucho tiempo atribuido a la formación de "agua activada", pero no se asignó significado físico alguno a esta expresión.

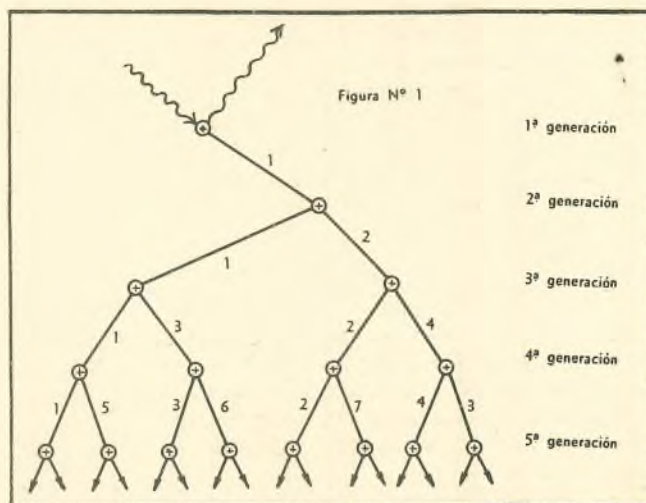
Como prácticamente todo material orgánico ejerce una acción reductora, es evidente que el efecto más importante de una radiación de alta energía será su influencia oxidante. El hecho de que esta tendencia sea prácticamente independiente de la naturaleza de la radiación, es uno de los hechos más sorprendentes y fundamentales de los efectos químicos de las radiaciones. Esto no es solamente cierto en modo cualitativo, sino hasta la cantidad de moléculas oxidadas por unidad de energía absorbida es aproximadamente la misma para los diferentes tipos de radiación de alta energía.

Es muy grato el hecho de que algunas sencillas consideraciones nos permitan obtener una comprensión satisfactoria del proceso básico inherente al proceso de oxidación. Con cualquier clase de radiación, el primer proceso que debe interesarnos puede ser solamente la transferencia de una fracción apreciable de la energía del rayo (partículas  $\alpha$ ,  $\beta$ , o fotones) al medio, o más exactamente, a un electrón presente en una molécula del líquido. No puede inferirse del estado del electrón después de este primer proceso de interacción si esta transferencia primaria de energía se debe a una interacción electrostática (rayos  $\alpha$  o  $\beta$ ), a un efecto Compton (rayo  $\gamma$ ) o a un efecto fotoeléctrico (rayos  $\gamma$  o  $x$ ). La energía transferida al electrón en cuestión será muy aproximadamente del orden de 100 keV (en la física nuclear las energías se expresan en electrón voltios<sup>1</sup>). Como la energía de ionización de

una molécula es del orden de 10 eV, es evidente que el electrón que absorbe la energía será capaz de librarse de la molécula. Esta última queda como un ión positivo. El rayo original se desplazará después de su transferencia de energía y un momento después tendrá lugar su segunda transferencia de energía, seguida por una tercera y por otras sucesivamente, hasta que la energía de la partícula o el fotón primario llegue a ser muy poca. El número total de las transferencias de energía es mínimo con los rayos X, cuando es únicamente una (toda la energía electromagnética se entrega en un solo proceso fotoeléctrico), y es máxima con los rayos  $\alpha$  (del orden de 10.000 ó 100.000, una fracción importante de la cantidad total de ionizaciones).

El electrón que ha absorbido casi toda la energía entregada por el rayo original, se alejará del ión al cual estaba unido y a cierta distancia el electrón interactuará con otra molécula. Una parte de la energía será transferida a un electrón de esta segunda molécula, y este segundo electrón también será despedido de su molécula, con un considerable exceso de energía, y dejará detrás de sí un segundo ión. Ambos electrones, tanto el primero como el recién formado, liberarán ahora cada uno otro electrón y tendremos cuatro iones positivos y cuatro electrones. Este proceso se repetirá muchas veces, aumentando la cantidad de electrones y de iones exponencialmente con la cantidad de generaciones (figura 1). Los iones tendrán muy poca energía cinética y se mueven principalmente por difusión, pero los electrones, que poseen una energía muy alta, pueden desplazarse por distancias relativamente grandes.

Este esquema explica varias observaciones importantes. Ante todo es evidente que la cantidad de ionizaciones por cada eV de energía absorbida, será muy aproximadamente la misma para las diferentes radiaciones, puesto que en todos los casos los electrones son los responsables de casi todos los procesos de ionización. Como lo es en el aire, los rayos  $x$ ,  $\gamma$  y  $\beta$  producen todos un par de iones por 32.5 eV de energía absorbida. Solamente en el caso de los rayos  $\alpha$ , cuando sólo se forman unos pocos electrones libres por transferencia primaria de energía, esta regla sólo vale como aproximación. En este caso se necesitan 35 eV por par de iones.



## REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA IONIZACION DE UN LIQUIDO DEBIDA AL PROCESO COMPTON DE UN RAYO $\gamma$

Fig. 1. — Los iones formados están indicados por  $\oplus$ , la trayectoria de cada electrón se ha indicado mediante una línea numerada. En realidad, las trayectorias de los electrones valen en todas las direcciones. La cantidad real de generaciones es muy superior a la indicada en esta figura (excepto cuando se trata de rayos  $\alpha$ ).



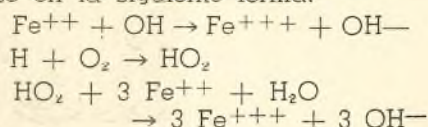
Un segundo hecho es que la energía absorbida por el medio no sirve únicamente para ionizar. Para la ionización de una molécula en el aire solamente se necesitan 14 eV. Es fácil darse cuenta de que se consumirá un cierto exceso de energía, puesto que el electrón después de la última generación de iones no quedará sin energía, sino que todavía tendrá una cantidad que no es suficiente para producir una nueva ionización.

Algo que influye muy apreciablemente en el efecto químico de los diferentes rayos, es la distribución geométrica de los iones. En el caso de las partículas  $\alpha$ , cuando las transferencias de energías es en cantidades muy inferiores, los iones se forman más juntos que con otros rayos (2).

Hemos visto que el proceso de ionización produce una cantidad de iones positivos y de electrones. Tratándose del agua, los iones serán, naturalmente,  $H_2O^+$ . En cuanto los electrones libres hayan perdido su energía cinética, también serán ligados por moléculas y formarán iones de la composición  $H_2O^-$ . Ninguno de estos tipos de iones existen normalmente en el agua, y cabe esperar que serán estabilizados mediante otros procesos químicos. Tratándose del  $H_2O^+$  es fácil ver lo que pasa:  $H_2O^+ \rightarrow H^+ + OH^-$ . El ión  $H^+$  es uno de los productos de

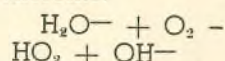
do oxidada. Por eso reaccionan entre sí formándose así el hidrógeno molecular:  $H + H \rightarrow H_2$ .

Esta reacción es tan fácil de reproducir que frecuentemente se utiliza como dosímetro para rayos  $\alpha$ ,  $x$  y  $\beta$ , (recientemente E. Saeland (3) ha demostrado que hasta puede usarse como dosímetro para neutrones, agregando una solución acuosa de ácido bórico al líquido). Sin embargo, debe tenerse presente que este sencillo estado de cosas se produce solamente cuando los dos reactivos están presentes en un medio de agua pura. Si por otra parte, también está presente el oxígeno o el aire, la oxidación es más complicada. Si la formación de los átomos de hidrógeno es real, puede formularse en la siguiente forma:



Esto significa que la producción de los iones férricos debería aumentar por un factor de 4 en la presencia de oxígeno.

Aun cuando la formación de átomos de hidrógeno no se efectúa espontáneamente, la reacción total se desarrollará de acuerdo con el mismo sistema general. En ese caso solamente la segunda línea será algo diferente:



Evidentemente no se forma gas hidrógeno mientras exista oxígeno libre presente en la solución.

Las cinéticas del proceso de oxidación presentan un interés especial. Como todos los radicales OH reaccionan con los iones ferrosos, es evidente que la proporción de formación de los iones férricos es independiente de la concentración  $[Fe^{++}]$  ... Por eso si el nivel de radiación no varía, la velocidad de la desaparición del ión ferroso, que es igual a la velocidad de la formación del ión férrico, sigue constante hasta que la concentración de iones  $Fe^{++}$  resulte muy pequeña. (Figura 2.)

$$\frac{d(Fe^{+++})}{dt} = \frac{d(Fe^{++})}{dt} = K$$

$$[Fe^{+++}] = -\Delta [Fe^{++}] = k \cdot t$$

(En esta ecuación la constante  $k$  es proporcional a la cantidad de energía absorbida por el sistema por segundo;  $t$  indica el tiempo.)

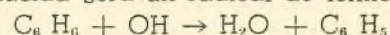
Vale la pena llamar la atención sobre el hecho de que la cinética formal de es-

te proceso difiere absolutamente de la reacción química común. Cuando  $(N)$  moléculas de un compuesto químico se descomponen de acuerdo con una reacción monomolecular, tiene validez la fórmula siguiente:

$$-\frac{d(N)}{dt} = \text{constante} \cdot (N) \quad \therefore (N) = (N_0) \cdot e^{-cte \cdot t} \quad (2)$$

Si hubiera oxígeno presente en la solución, la dependencia de tiempo de la concentración de  $(Fe^{++})$  es mucho más complicada. Al principio, como hemos visto, cuatro iones ferrosos han sido oxidados por cada par de iones, hasta que se consigue el punto en que ha sido consumido todo el oxígeno libre. Después de esto esperamos que se forme un ión ferroso por cada par de iones. En consecuencia, la línea que indica la cantidad de iones ferrosos presentes como una función de tiempo, consiste de dos partes derechas. El ángulo de descenso de la primera parte debería ser cuatro veces más grande que el de la segunda. (Figura 3.)

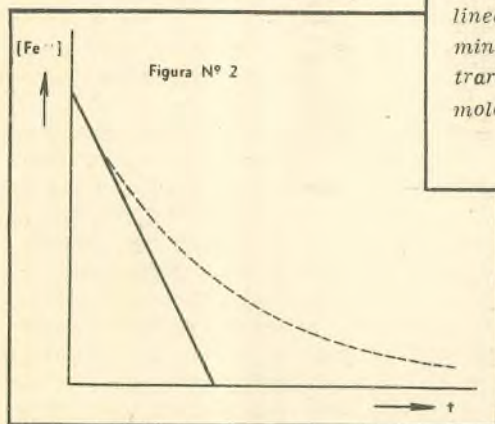
El caso de la oxidación de iones ferrosos es sumamente sencillo, porque los productos de reacción, iones férricos, ya no pueden reaccionar en forma alguna. En la mayoría de los casos, y especialmente cuando se irradian moléculas de compuestos orgánicos, la situación es más complicada. Por ejemplo, si se forman radicales OH en una solución de benceno en agua, la primera reacción producida será un radical de fenilo:



Es muy posible que durante la irradiación, los átomos de hidrógeno libres reaccionen también con el benceno formando hidrógeno molecular y radicales de fenilo. (Esto es un proceso muy pe-

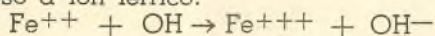
**REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA DISMINUCION DE LA CONCENTRACION DE IONES FERROSOS EN UNA SOLUCION ACUOSA LIBRE DE OXIGENO, CON EL TIEMPO Y BAJO UNA IRRADIACION CONSTANTE**

Fig. 2. — La línea llena indica la disminución real; la línea punteada indica la disminución que debería encontrarse para una reacción unimolecular con la misma proporción inicial.



disociación normales del agua y el radical OH es responsable de la acción oxidante de los rayos radiactivos. Se supone generalmente que el ión  $H_2O^-$  es estabilizado por una reacción similar:  $H_2O^- \rightarrow OH^- + H$ , pero hace poco han surgido dudas referentes a la realidad del último de los dos procesos, especialmente debido al estudio de Haisinsky y sus colaboradores en París.

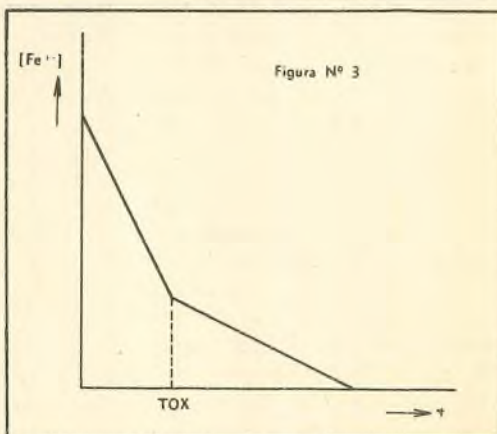
Uno de los ejemplos más sencillos de la acción oxidante de las radiaciones radiactivas es la oxidación del ión ferroso a ión férrico:



Los átomos libres de hidrógeno no están afectados por las demás sustancias presentes, a no ser que una parte apreciable de los iones ferrosos ya haya si-

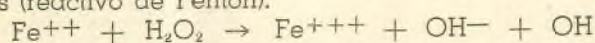
**REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA DISMINUCION DE LA CONCENTRACION DE IONES FERROSOS EN UNA SOLUCION ACUOSA QUE CONTENGA OXIGENO, CON EL TIEMPO Y BAJO UNA IRRADIACION CONSTANTE**

Fig. 3. — Durante la primera parte de la oxidación ella ocurre parcialmente a expensas del oxígeno disuelto. En el momento  $t = x$ , el oxígeno ha sido absorbido y la proporción de la oxidación disminuye mucho.



cular porque representa una oxidación por átomos de hidrógeno libres. Más adelante se verá en este artículo que también es posible la reducción por radicales oxhidrilo.)

Este radical de fenilo puede reaccionar ocasionalmente con una molécula de benceno y sacar de ella una molécula de hidrógeno, pero entonces la otra molécula de benceno se transformará en un radical de fenilo y la concentración total de  $[C_6H_5]$  no se alterará debido a este proceso. Los radicales de fenilo pueden transformarse en moléculas estables en tres formas diferentes. Cuando reaccionan con un átomo de hidrógeno libre se forma nuevamente una molécula de benceno, en un proceso que no podemos reconocer en forma alguna. La reacción de un radical de fenilo con un radical de hidroxilo produce fenol y una reacción entre dos radicales de fenilo conduce a la formación de difenilo. Los dos últimos productos de reacción se forman naturalmente en soluciones de benceno irradiadas. En relación con esto es un asunto interesante el hecho de que no es preciso tener sustancias radiactivas a disposición para estudiar la acción oxidante de los radicales de OH. Estos radicales pueden producirse también por medios químicos, mezclando una solución de peróxido de hidrógeno con una de iones ferrosos (reactivo de Fenton).



Este método es de la mayor importancia para obtener rápidamente la información concerniente a los productos que se puede esperar sean formados durante la irradiación de soluciones de compuestos orgánicos. Así, por ejemplo, es muy fácil demostrar la reacción de radicales de hidroxilo con moléculas de benceno mediante esta técnica. El fenol formado no es fácilmente observable, pero el difenilo empieza a precipitarse rápidamente, y después de pocos minutos el líquido ha adquirido un aspecto lechoso (figura 4). Cuando llegamos a considerar la cinética de la oxidación por irradiación, en el caso de las soluciones de compuestos orgánicos, observamos una situación que no es en absoluto tan sencilla como cuando se trataba de los iones ferrosos. Las primeras mediciones en este campo fueron realizadas por W. M. Dale, quien investigó la inactivación de enzimas bajo la influencia de rayos x. Casi no puede dudarse que en esas circunstancias la pérdida de actividad de una molécula de enzima, se debe a un proceso de activación y que en consecuencia la reacción es básicamente de la misma naturaleza que la formación de iones férricos por iones ferrosos bajo circunstancias similares.

Sin embargo, cuando la intensidad de la radiación se ha mantenido constante, Dale no observó un decrecimiento lineal de la actividad catalítica del enzima. En cambio, descubrió que la desaparición de la acción enzimática siguió el esquema de una reacción monomolecular (fórmula 2).

La diferencia en el comportamiento de los dos sistemas se explica fácilmente. Mientras que el ión férrico, una vez formado, no puede reaccionar con otro radical OH, no rige una regla análoga tratándose de un compuesto orgánico.

Prácticamente toda molécula orgánica contiene una cantidad apreciable de átomos de hidrógeno y de grupos hidroxilos, y prácticamente todos ellos pueden ser oxidados por un radical de hidroxilo. Evidentemente la ocurrencia de un proceso de oxidación aislado no elimina la posibilidad de que el producto de reacción no estará unido a un segundo radical de hidroxilo. En el caso de una molécula muy grande, como es una proteína, a la cual pertenecen las enzimas, la probabilidad de reacción para los procesos de oxidación no será afectada notablemente por una o dos oxidaciones anteriores. En estas circunstancias es evidente que si se irradia una solución pura de enzimas, en el momento en que el x % de la enzima ya haya sido desactivado por uno o más ataques anteriores, la probabilidad de que un radical de hidroxilo reaccione con una molécula de proteína que

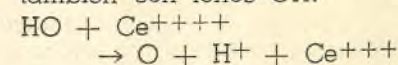
cun sea activa, será proporcional a  $\frac{100-x}{100}$ . Esta conclusión

permite la deducción de la fórmula para la desaparición de la actividad de la enzima con el tiempo, cuyos términos deberán ser idénticos con la fórmula 2. Podemos expresar este comportamiento diciendo que la proteína activa está "protegida" contra la acción oxidante de la radiación, por la presencia de la proteína oxidada. Naturalmente, no es absolutamente esencial para

por radiación.) Se ha establecido definitivamente, que no todos los átomos de hidrógeno en todas las moléculas ejercen una idéntica acción protectora. Esto parece deberse al hecho de que, una reacción de un radical de hidroxilo con un átomo de hidrógeno ligado, no tiene lugar con la primer colisión, o en otras palabras, que este proceso no es posible sin energía de activación. Las moléculas que contienen un grupo SH son protectores excepcionalmente eficientes.

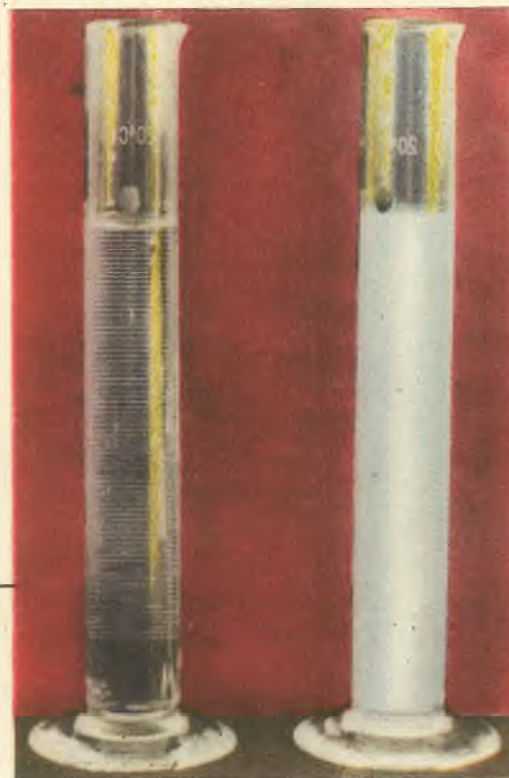
Se puede obtener mucha información relativa a los fenómenos de protección mediante experimentos en los cuales se usa el reactivo de Fenton en lugar de la radiación. Debe recordarse, sin embargo que en la oxidación debida a la irradiación, los radicales  $HO_2$  pueden actuar juntos con los radicales OH, en presencia de aire en la solución. Por otra parte, cuando se usa el reactivo de Fenton, los radicales  $HO_2$  también pueden formarse bajo ciertas circunstancias mediante la acción de algunos radicales sobre el peróxido de hidrógeno.

Mientras hemos observado que la oxidación de las soluciones acuosas mediante la irradiación es muy simple, la naturaleza de la acción reductora no es ni remotamente clara. No hay duda de que la reducción ocurre en el agua, hasta es posible usar la reducción de una solución de ión cérico como dosímetro para una radiación de alta energía. Sin embargo Haissinsky ha llamado la atención sobre el hecho de que generalmente sólo los oxidantes muy enérgicos son reducidos en las soluciones acuosas y que esos oxidantes pueden reducirse también con iones OH:



(Los iones  $Ce^{++++}$  poseen en verdad una acción oxidante muy enérgica; pueden re-

(Continúa en la pág. 78)



**OXIDACION DE BENCENO EN SOLUCION ACUOSA, POR RADICALES DE OXHIDRILLO**

Fig. 4. — El cilindro de la izquierda contiene 50 ml. de agua, el de la derecha 50 ml. de una solución 0,01 molar de benceno en agua (saturada). A cada una se le han agregado 25 ml. de  $H_2O_2$  0,02 molar y 25 ml. de  $FeSO_4$  0,02 molar que contiene un poco de ácido. Las fotografías se han tomado después de cinco minutos. La turbidez en el cilindro de la derecha se debe a la precipitación de difenilo.

los fenómenos de protección que el agente protector sea un producto de oxidación de la sustancia protegida. Evidentemente, el único requisito es que el compuesto de protección pueda reaccionar con los radicales de oxhidrilo, y en consecuencia muchos compuestos orgánicos muestran una acción protectora frente a otras. (La protección puede deberse también a compuestos inorgánicos, por ejemplo, los iones de nitrito y ferrosos que protegen eficazmente a la estricnina contra la oxidación

# EL "PALAIS DE LA DECOUVERTE" DE PARIS

Por LUIS A. SANTALÓ

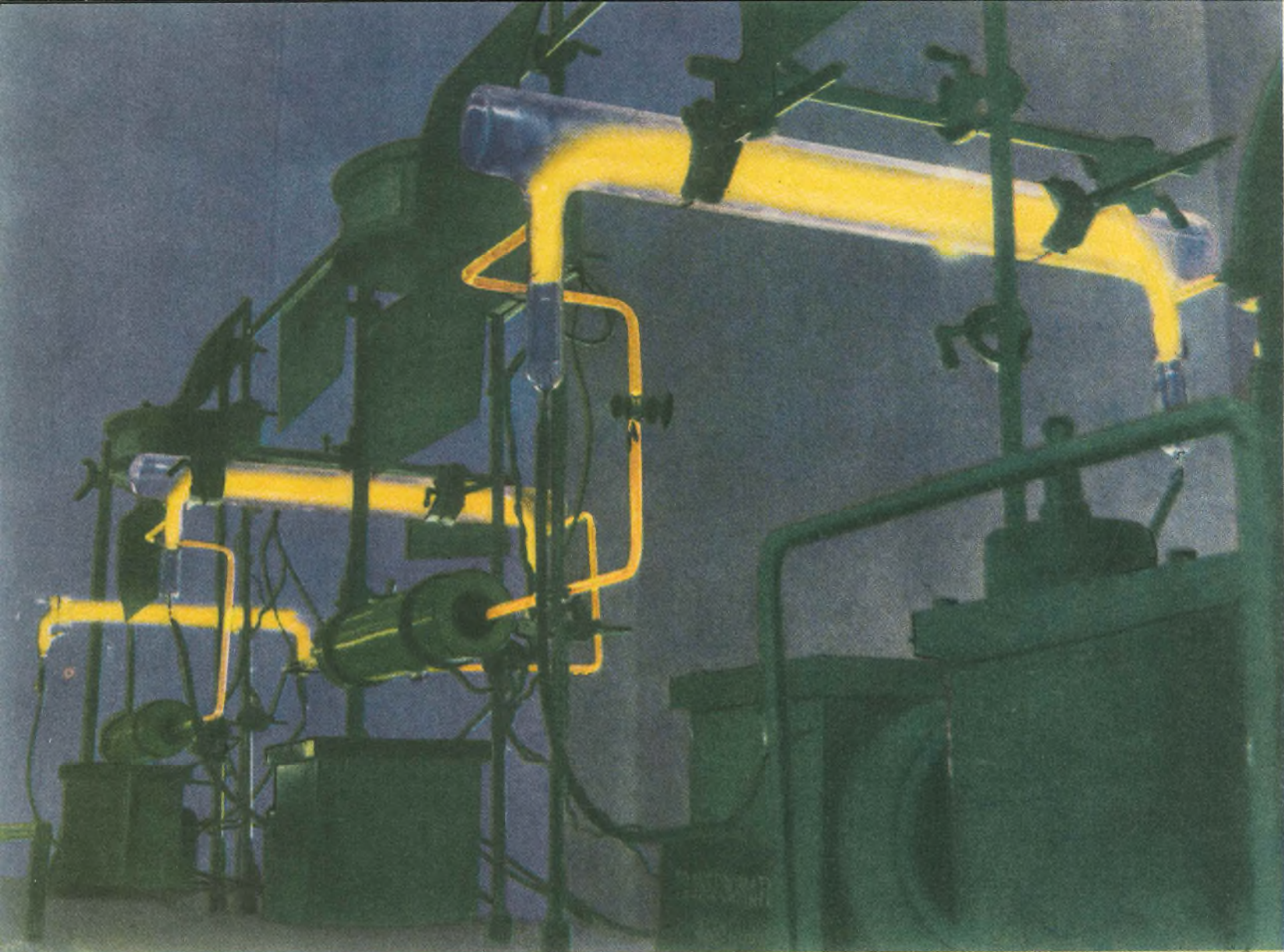
DE LA COMISION NACIONAL  
DE LA ENERGIA ATOMICA

VULGARIZAR la ciencia es un problema difícil. Poner "al alcance de todos", de manera simple y clara, lo que ha costado mucho tiempo de trabajo y meditación a las mentes más esclarecidas, ha de ser forzosamente cuestión complicada, si en realidad llega a ser posible.

Sin embargo, el pueblo —vocable que abarca todos los sectores, pues aun los especialistas en una disciplina no suelen serlo en otra— siente, en general, curiosidad por conocer las interioridades del progreso científico y los detalles de las últimas técnicas. No le basta comprobar los efectos, sino que aspira a conocer cómo se ha llegado a ellos. Curiosidad sana, y gracias a ella los conocimientos

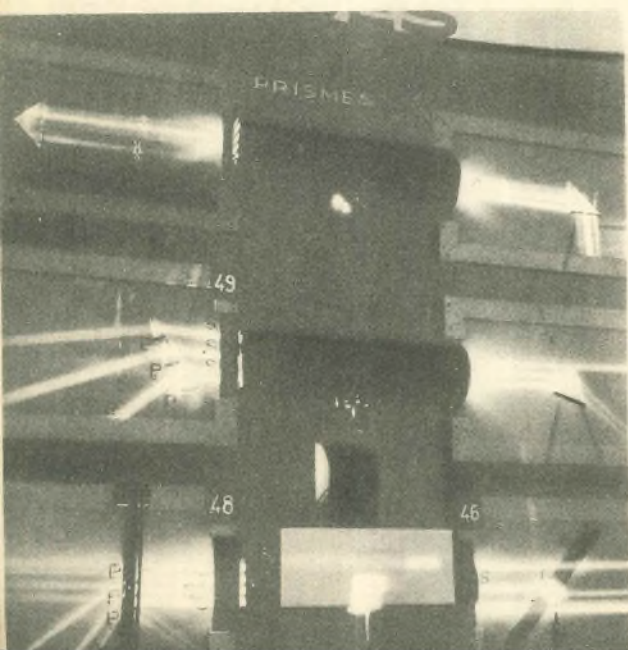
El público visitante, del "Palais de la Découverte", tiene oportunidad no sólo de escuchar claros comentarios acerca de las principales experiencias que condujeron al descubrimiento del Arco Eléctrico, sino que aquéllas son reconstituídas en el transcurso del plan de exposiciones temporarias a las que asiste una nutrida concurrencia que sigue con todo interés las ilustrativas divulgaciones científicas.



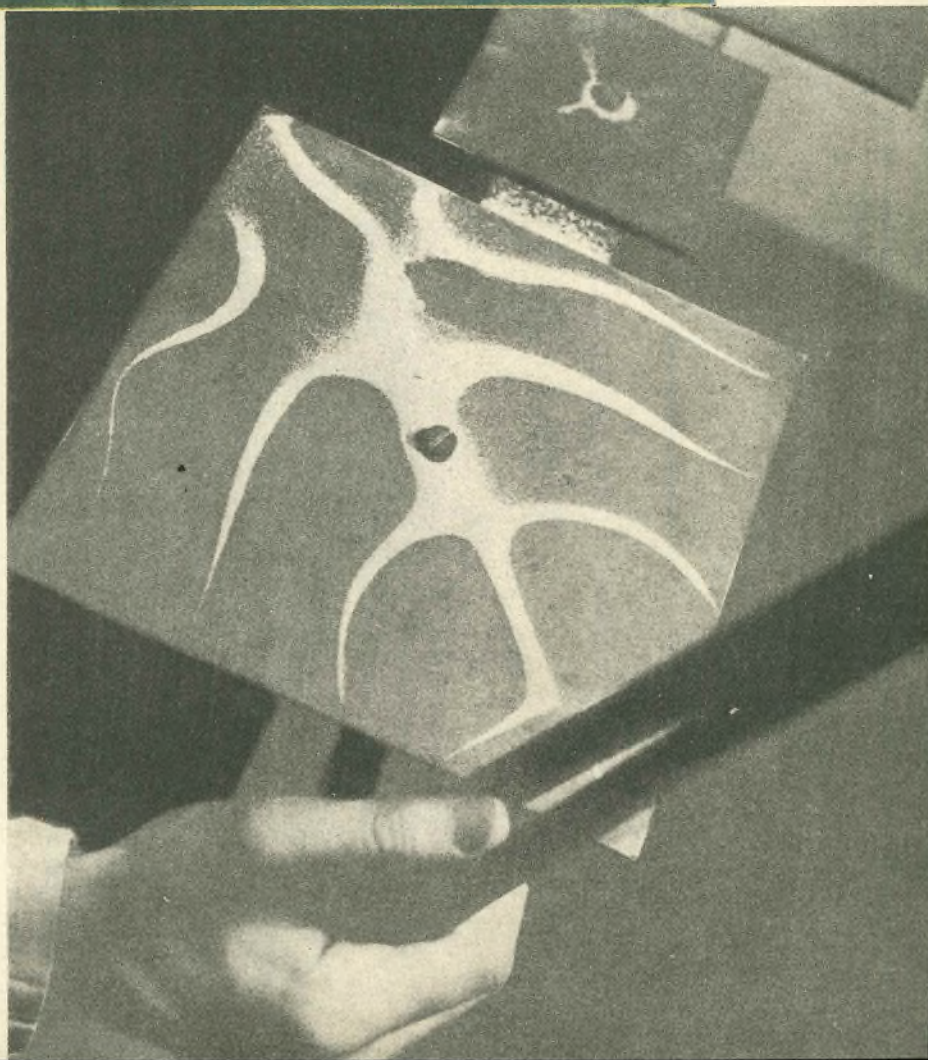


Una de las experiencias más interesantes es la del análisis del aire para determinar sus componentes. El examen es facilitado por este complicado aparato con que coronó largos y repetidos ensayos M. Jalibois. El mismo está destinado a poner en evidencia los constituyentes fundamentales del aire: ázoe, oxígeno, gases raros, etc., y despierta el interés del público, no obstante el sutilísimo proceso que realiza para clasificar a los componentes.

En el tablero que muestra la fotografía están presentes todas las experiencias esenciales sobre las propiedades del prisma, tales como la desviación de los rayos luminosos, la influencia del ángulo en el vértice, influencia del índice, etc., todo lo cual forma el nudo primordial de la llamada óptica geométrica.



Estos dibujos que se registran en la placa que sostiene entre sus manos el operador, están producidos por arena depositada sobre la misma, a la que se ha hecho vibrar con un arco. Las ondas tienen una disposición uniforme y se denominan figuras de Chladni, que son las que dan cuenta del estado vibratorio de los sólidos. Las comprobaciones que se extraen de esas experiencias dan solución a muchos y difíciles problemas.



científicos y técnicos se difunden y llegan a formar parte del conjunto de conocimientos generales comunes a todo hombre de educación media, constituyendo el "índice cultural" de una colectividad. Por ello los científicos deben de hacer lo posible para satisfacer esta curiosidad, para vulgarizar los avances de la ciencia y explicar sus métodos, proyectos y realizaciones, al escolar, al estudiante y en general al hombre no especialista.

La mejor explicación es la que va directamente del que concibe al que aprende, sin pasar por manos intermedias, que generalmente sólo lograrán desvirtuar las ideas esenciales de los creadores o, por lo menos, difícilmente sabrán hacer resaltar los puntos esenciales, los nudos cruciales que llevaron al descubrimiento o que hacen importante y notable la teoría o el andamiaje técnico. Por esto la labor de vulgarización incumbe a los científicos mismos, como una atención a la sociedad en que se mueven y viven.

La vulgarización aumenta el nivel cultural medio de la co-



*En la Sección Astronomía del "Palais de la Découverte" se encuentra este globo único, que da cuenta, en escala de un milímetro por kilómetro, de todos los accidentes del suelo lunar. Esta notable construcción muestra, asimismo, con extraordinaria precisión, los detalles y coloración de las partes visibles de nuestro satélite. Público de todas las edades recibe complacido e interesado las explicaciones de los expertos dedicados a la materia.*



*En la Sección Óptica Física se brindan al público experiencias del más alto valor científico, ilustradas con breves disertaciones para hacer más accesibles los principios fundamentales de aquellas. La naturaleza vibratoria de la luz, conocida en general por la simple afirmación teórica, tiene su experiencia demostrativa por medio de los "Anillos de Newton". Mediante ellos y, tal como lo demuestra la fotografía, dichas vibraciones se hacen aprehensibles con claridad por el ojo humano.*



más fácil o más rápidamente se comprende y se asimila. Por esto se ha creído que uno de los medios más adecuados para la vulgarización de la ciencia es la creación de museos o exposiciones científicas.

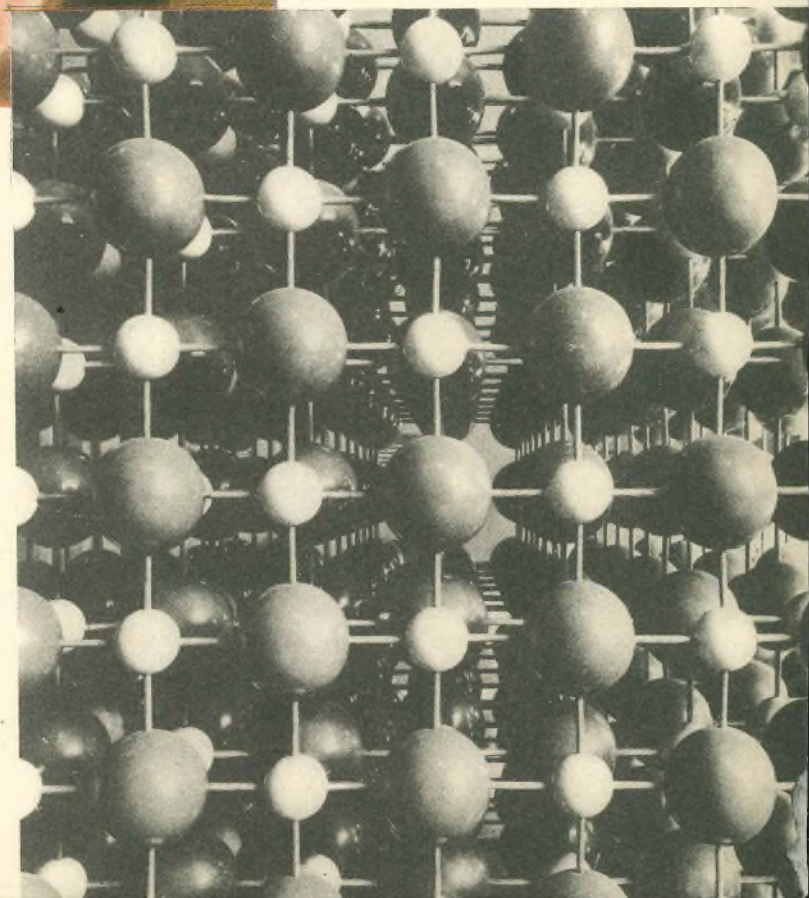
A veces para llegar a lugares apartados o con medios limitados para tener su museo propio se han organizado exposiciones ambulantes, trasladables de un lugar a otro. La UNESCO ha patrocinado varias de estas exposiciones rodantes. La primera, relativa a "Astronomía y Física", fué organizada por el Centro de Cooperación Científica de la UNESCO para América Latina y viajó de 1950 a 1952 por trece países de América Latina; atrajo a más de medio millón de visitantes. La segunda exposición, titulada "Nuestros sentidos y conocimientos del Mundo", recorrió varios países del Extremo Oriente. La tercera, "Materiales nuevos", consagrada a las materias primas que la ciencia y la técnica han puesto recientemente en manos del hombre, se organizó en 1952 y está recorriendo en la actualidad varios países sudamericana-

*Este joven visitante se ha instalado en la esfera reflejante y no advertirá de inmediato nada que llame particularmente su atención, pero poco tardará en experimentar una cierta impresión de calor, que será debido a las radiaciones de su propio cuerpo, que reflejarán las sensibles paredes de la esfera.*

leatividad, pero ésta debe cuidarse de no poseer únicamente vulgarizadores, que limitarían dicho nivel al propio de ellos; debe hacer lo posible para tener en su seno científicos creadores, pidiéndoles luego que ellos mismos, saliéndose un poco de su agradable torre de marfil, dediquen parte de su actividad a difundir, de la manera que consideren más eficaz, sus conocimientos entre el resto de la sociedad, para que ésta les acompañe —formando una amplia y sólida base— en sus ascensiones hacia las cumbres del pensamiento y de la técnica.

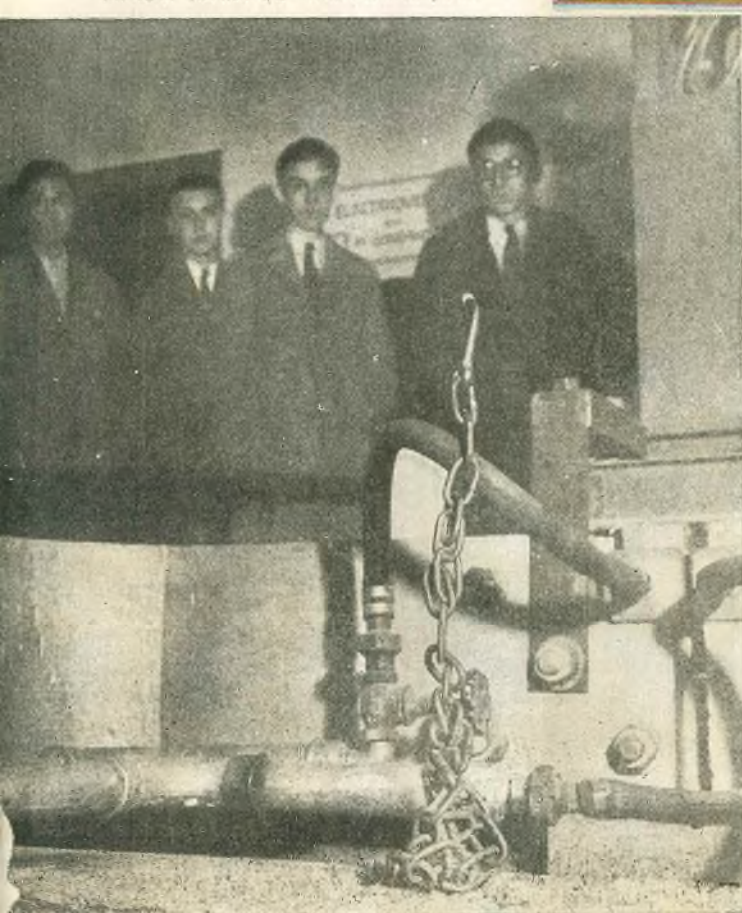
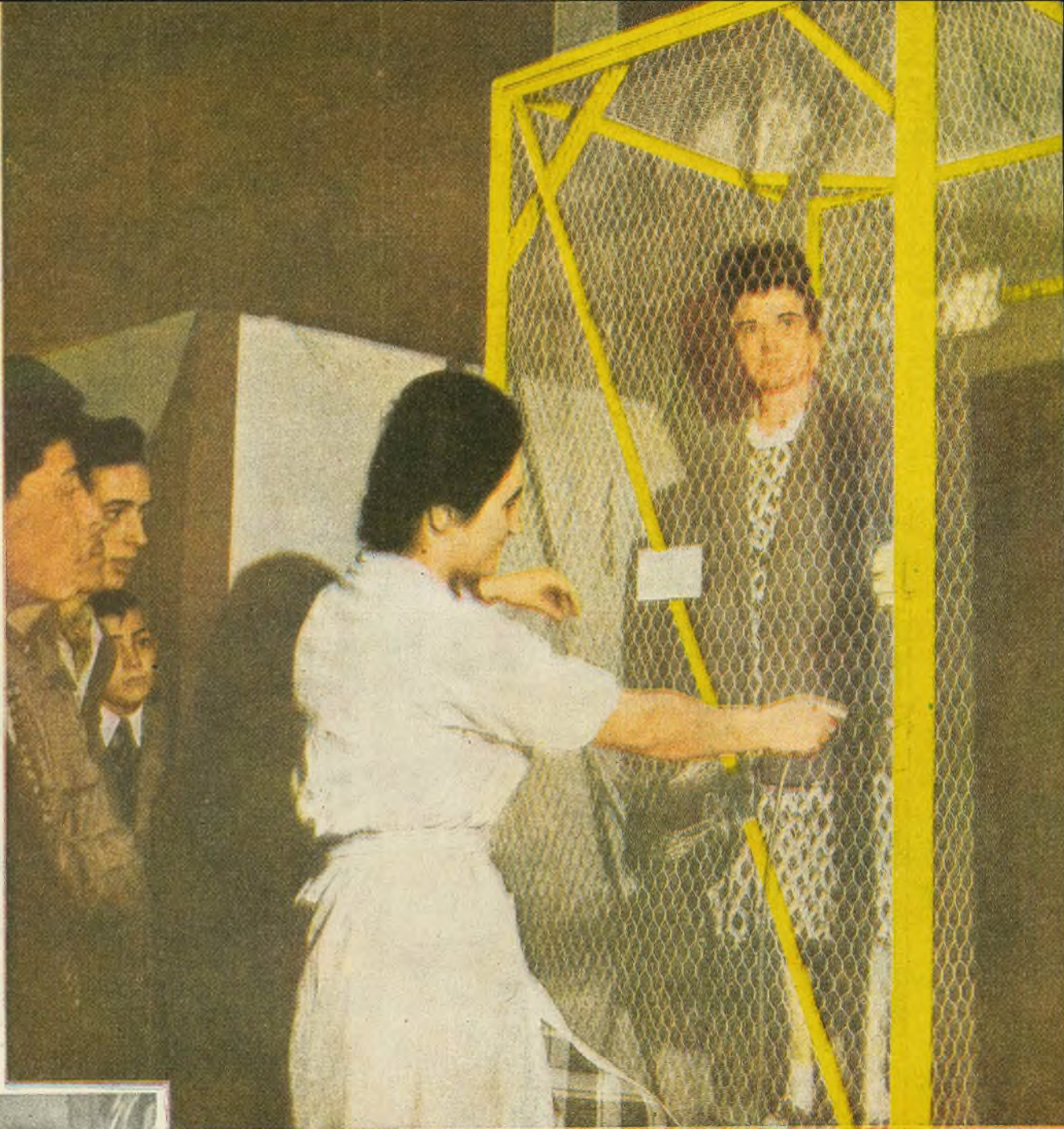
Una manera de divulgar la ciencia consiste en la publicación de libros, desbrozados de todo el tecnicismo propio de los especialistas, pero con ideas claras y precisas, con símiles adecuados, pero no tan simplistas que den una idea errónea de la verdad que se trata de divulgar. ¡Tarea difícil! Además, el libro exige del lector un esfuerzo de concentración que muchas veces supera al interés de quien tiene otras ocupaciones más perentorias que cumplir. Lo que entra por los ojos rápidamente, como un esquema un cuadro, un modelo de máquina, una explicación oral en pequeños grupos, es lo que

*Si un grano de sal fuera aumentado cuatrocientos millones de veces, éste sería, aproximadamente, el aspecto que ofrecería a los ojos del observador. Los átomos de cloro están simbolizados por las esferas de color oscuro, en tanto que asumen la representación de los de sodio las esferas blancas vecinas.*



nos. La cuarta, titulada "El hombre mide el Universo", fué inaugurada en París el año pasado, exhibiéndose en la actualidad en países de Europa Occidental. Está consagrada "a las técnicas y los instrumentos empleados para efectuar medidas de extensión o distancias, desde lo infinitamente pequeño a lo infinitamente grande. Diagramas y fotografías presentan una serie de medidas principales para el estudio del Universo y una notable colección de aparatos científicos enseña los métodos empleados en cada caso. Así se pasa desde las dimensiones en escala humana, en la cual son suficientes el metro y sus submúltiplos, a los microbios, medidos en micrones, a los virus y las grandes moléculas, medidos en milimicrones; a los sistemas atómicos, medidos en angstroms, y hasta a las dimensiones ínfimas del interior del átomo. En sentido inverso aparecen las medidas geográficas expresadas en kilómetros; el sistema solar medido en unidades astronómicas; las distancias estelares medidas en años luz; en fin, los espacios intergalácticos evaluados en parsecs. Para cada orden de mag-

*Sorprendentes efectos producen las altas intensidades sobre los metales que alcanza dentro de su zona. Esta cadena se halla en las vecindades de un circuito recorrido por una corriente de 60.000 amperes; y como consecuencia de la inanciación se eleva verticalmente en la curiosa forma que muestra la foto.*



*Mortíferas descargas se aplican a esta Jaula de Faraday, sin que la persona que se encuentra dentro de ella experimente posteriormente efecto alguno. Los visitantes pueden prestarse a estas pruebas; animados por la confianza que inspira la experimentadora, a cuyo cargo se encuentra la aplicación de las potentes descargas eléctricas. Probablemente no participan de tal confianza los jóvenes que observan la prueba o, por lo menos, no la adquirirán hasta que haya finalizado la misma. La experiencia permite comprobar esta propiedad de la Jaula de Faraday aplicada en pararrayos, pantallas, protectores, etcétera.*

nitudo cuenta la exposición con instrumentos de precisión, mediante los cuales pueden hacerse demostraciones y experimentos. En efecto, más de cien aparatos han sido confiados a la UNESCO por institutos o fabricantes de distintos países. Una instalación de radar permite seguir en la pantalla las evoluciones de una maqueta de avión dando vueltas en amplios círculos en torno al pilar. El experimento sobre el movimiento browniano da ocasión para estudiar las moléculas que lo producen; la cámara de Wilson, para medir la trayectoria de partículas electrizadas; el tubo de Geiger-Muller, con el bloque registrador, para descubrir individualmente las partículas elementales, etc. Se encuentran así expuestos aparatos que raramente salen de los laboratorios."

Naturalmente, estas exposiciones parciales y ambulantes son forzosamente limitadas en cuanto a la cantidad y naturaleza de los aparatos exhibidos. Por esto, respondiendo a los mismos

finos se han creado en distintas capitales museos científicos de igual o mayor importancia que los grandes museos de arte o historia, mucho más frecuentes. Podemos citar, como ejemplo, el "Deutsches Museum", de Múnich, y el "Palais de la Decouverte", de París. Vamos a describir, con algún detalle y como ejemplo, el de París, que es también el más reciente.

El "Palais de la Decouverte" fué creado con motivo de la Exposición Internacional de París, en 1937, con el fin pedagógico y social de "realizar una presentación viva, en forma de experiencias espectaculares pero rigurosas, de los descubrimientos fundamentales de la

ciencia". Se divide en las siguientes secciones: Matemáticas, Astronomía, Física, Química, Biología, Microbiología y Medicina. Cada una de ellas fué dirigida por especialistas franceses del mayor renombre, bajo la dirección general del físico J. Perrin, premio Nobel. En todas las secciones se realizan periódicamente conferencias, proyecciones cinematográficas y experiencias adaptadas al grado de conocimiento de los visitantes. Las visitas colectivas y las visitas escolares merecen especial atención.

Todas las secciones contienen cuadros sinópticos explicativos de la evolución de ciertas ideas, aparatos de laboratorio

para realizar a la vista del público determinadas experiencias cruciales, maquetas de grandes aparatos de uso en la técnica corriente, cortados en secciones para mejor comprender su mecanismo y funcionamiento, grabados o reproducción de aparatos históricos que marcaron rumbos en la marcha progresiva de la ciencia, así como cuadros y breves noticias biográficas de los grandes maestros.

En todo se ha procurado siempre dar al conjunto una forma estética, atractiva, espectacular. Por ejemplo, en la sección matemática, bordeando en espiral las paredes de la sala de entrada circular y como un adorno decorativo, es-

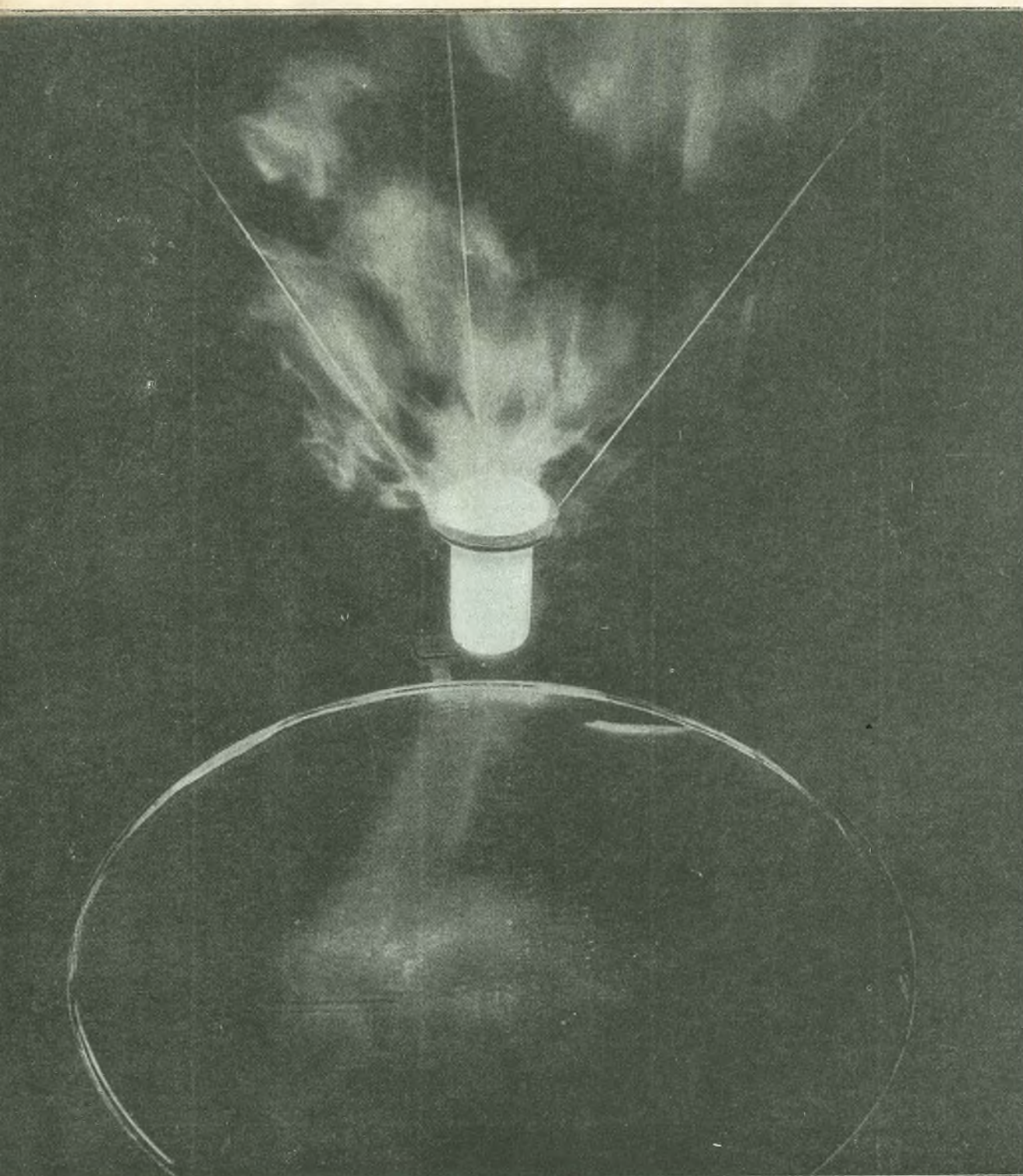
tá el valor del número "pi" con sus 707 cifras decimales conocidas. A la entrada de la sala siguiente, como lápida frontispicia, se encuentra la fórmula de Euler  $e^{\pi i} = -1$ , de singular trascendencia. Aparecen luego curvas y superficies especiales, ya en láminas, ya en modelos sólidos. Se han seleccionado curvas y superficies tanto de interés teórico (superficies de área mínima, superficies algebraicas que contienen rectas...) como de interés para otras ciencias (trayectorias de los proyectiles, curvas y superficies de probabilidad...) Un aparato especial permite realizar la experiencia de Buffon para el cálculo "por el azar" del número "pi".

La parte de física es mucho más extensa y variada. Comprende las siguientes secciones: Mecánica, Termodinámica, Electricidad, Fenómenos oscilantes, Cristalografía, Cambios de estado, Movimiento browniano, Fluorescencia y Fosforescencia, Electrones, Rayos X, Radiactividad, Rayos cósmicos, Óptica, Física del Globo, Meteorología. En todas ellas se realizan las experiencias más diversas y curiosas, desde las leyes de la caída por un plano inclinado (Galileo), hasta las más modernas experiencias de electrónica y radiactividad. Muchas experiencias, como la del tubo de Crookes, que prueban la propagación y propiedades fundamentales de los rayos catódicos, son puestas en marcha por el visitante, con sólo apretar un botón.

Para los lectores de **Mundo Atómico**, la sala más interesante sea posiblemente la destinada a radiactividad y rayos cósmicos. Su contenido esencial es el siguiente:

- 1) Cuadro de los isótopos naturales radiactivos.
- 2) Cámara de Wilson.
- 3) Descarga de un electros copio al acercarle un cuerpo radiactivo.
- 4) Contadores tipo Geiger.

*La multiplicación de la intensidad calórica de las radiaciones de una lámpara incandescente, son utilizadas en esta experiencia para elevar la temperatura del agua hasta la ebullición. Las radiaciones aludidas son concentradas por el espejo esférico que aparece en la parte inferior de la fotografía y luego proyectadas sobre el recipiente que contiene el agua, la que no tarda en entrar en ebullición.*







*Los gabinetes de química mineral son de los más frecuentados del singular museo de París, especialmente por grupos de escolares que reciben en ellos enseñanza práctica de gran valor para sus estudios. Ante los mismos, diversos experimentadores realizan demostraciones muy en detalle, acompañadas de explicaciones desbrozadas de todo tecnicismo, para que sean fácilmente entendidas por los jóvenes.*

5) Cuadro de reacciones nucleares espontáneas o provocadas.

6) Modelo de átomo: gran maqueta mostrando la estructura núcleo-corteza de electrones de diversos átomos.

7) Minerales de uranio y cuadro sobre las explosiones del U235 por neutrones lentos.

8) Reproducción de los aparatos de Rutherford y Chadwick.

9) Fotografías de desintegraciones nucleares y sobre los mesones.

10) Una experiencia mostrando la absorción de los rayos cósmicos por láminas de plomo.

11) Observación acerca de la repartición de las direcciones con que llegan los rayos cósmicos; girando el aparato detector se observa que la mayor parte proceden del cenit.

12) La maqueta del ciclotrón del "College de France".

13) Maqueta de la pila atómica de óxido de uranio —agua pesada— de Chatillon (primera pila atómica francesa).

Todos los aparatos y cuadros contienen amplias y detalladas explicaciones de los mismos.

La sección de Astronomía es presidida por el "Planetarium", que a la escala de 1 cm. por 9.000.000 km. permite reproducir todos los fenómenos y movimientos del sistema solar. La sección está adornada con excelentes fotografías de la Luna, cometas y nebulosas, existiendo también aparatos de observación astronómica. Una pequeña sala está dedicada a la astronáutica, con maquetas de posibles vehículos interplanetarios y cohetes diversos para que con ellos vuele la fantasía del visitante.

La descripción, algo detallada de estas secciones, así como de las restantes que sólo

hemos mencionado, exigiría mucho más espacio del que nos hemos propuesto en este artículo. Es suficiente para comprender que la creación de un museo científico necesita de muchos medios, y es labor difícil que debe combinar el aspecto artístico con la capacidad didáctica y selectiva.

Sin embargo, teniendo en cuenta su interés educativo que compensa todo esfuerzo, la idea que los preside puede desarrollarse también en forma disgregada y parcial, de manera análoga a las exposiciones de la UNESCO antes mencionadas, cosa mucho más factible y que no necesita de la grandiosidad monumental de un edificio de conjunto. Basta que cada institución donde se desarrollan trabajos técnicos o científicos dedique parte de su actividad a formar un museo abierto al público donde las personas extrañas puedan enterarse e instruirse sobre los

temas en ella considerados. Generalizar lo que ya hacen, por ejemplo, los Observatorios Astronómicos de abrir sus puertas a los curiosos por contemplar los fenómenos celestes (eclipses, paso de cometas, conjunción de planetas...), complementado con láminas, modelos explicativos, conferencias periódicas, salas de divulgación permanentes. Las grandes industrias pueden presentar maquetas de sus construcciones técnicas; los laboratorios, ejemplos y experiencias de sus trabajos y aparatos, etc. Con ello, cuando ha sido organizado por entidades privadas, se consigue una excelente propaganda eficaz y al mismo tiempo instructiva, y cuando lo ha sido por entidades estatales, se logra, además, la difusión de la obra realizada, que al fin y a la postre no es más que el resultado de los esfuerzos conjuntos — desde los sectores más dispares— de toda la colectividad.

EN el Laboratorio de Radiaciones de la Universidad de California siguen adelantando los trabajos de construcción del bevatrón (también conocido como cosmotrón), que marcará el comienzo de un nuevo período en la historia de las investigaciones nucleares. Esta poderosa máquina es el pariente más afortunado de la familia de los ciclotrones, uno de cuyos representantes, un ciclotrón modulado o sincrociclotrón, se encuentra en la Comisión Nacional de la Energía Atómica, en Buenos Aires.

En el sincrociclotrón, el campo magnético, que obliga a las partículas que son aceleradas

a describir trayectorias curvas, es constante, mientras que la frecuencia es modulada para mantener el haz de partículas en fase con el campo alterno acelerador. Este procedimiento

es aplicable a partículas pesadas (protones, deuterones, partículas alfa) hasta energías de centenares de millones de electrón-voltios (centenares de MeV, como se dice en la jerga atómica) únicamente.

En el sincrotrón, que se usa para acelerar electrones, no es práctico variar la frecuencia, y se prefiere variar el campo magnético para conseguir el mismo efecto. De esta manera

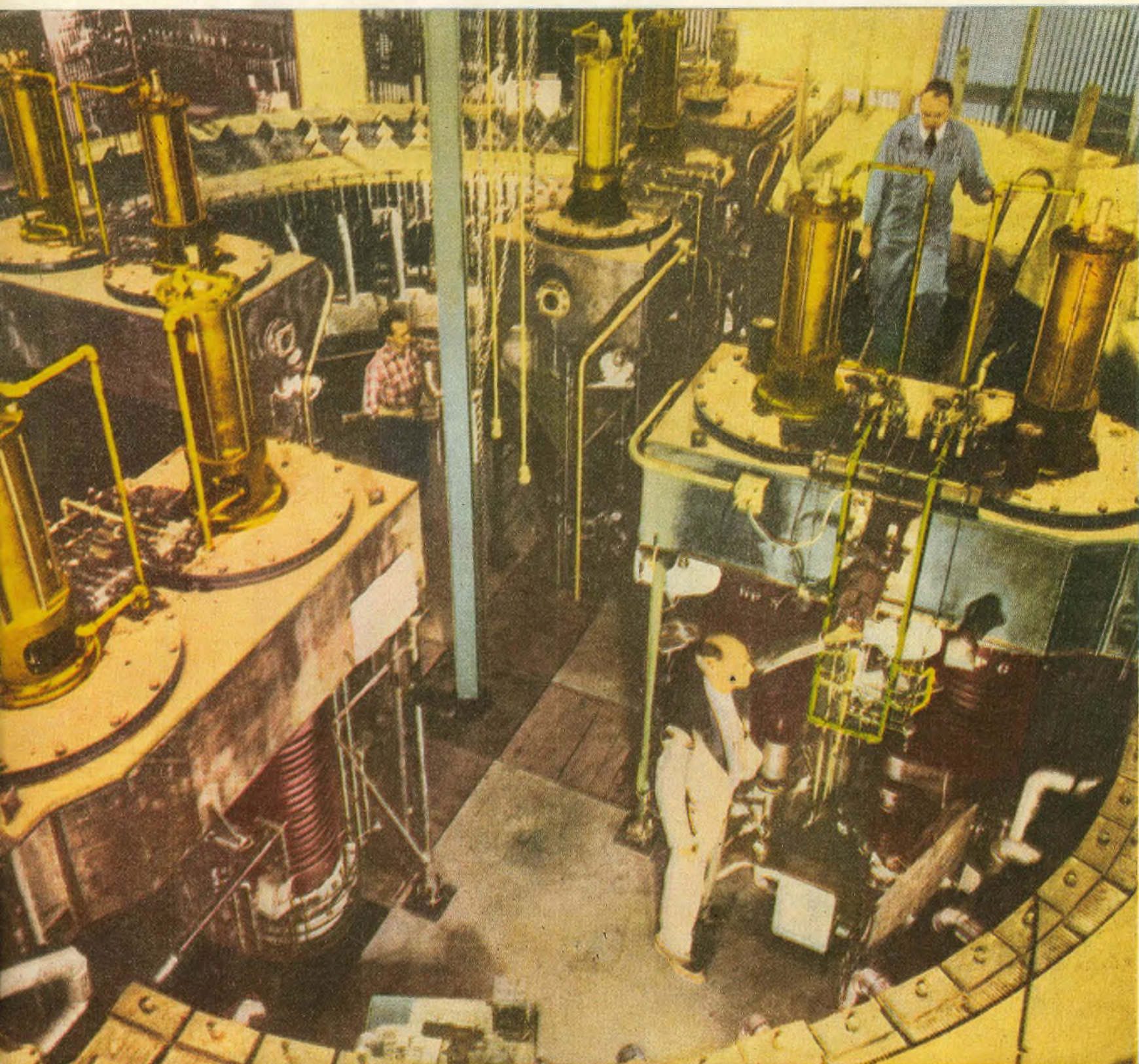
se obtienen dos ventajas adicionales: 1) se consigue que el diámetro de la órbita sea constante, y 2) las piezas polares, que tienen un diámetro respetable, se pueden reducir a un electroimán anular, de

forma especial, con la consiguiente economía de material. Para dar a los electrones la energía inicial necesaria para que se pueda aplicar este procedimiento, el sincrotrón funciona al comienzo de cada ciclo como bevatrón.

Este principio del sincrotrón aplicado a protones, permite teóricamente alcanzar energías del orden de varios miles de millones de electrón-voltios. De la abreviatura empleada por los físicos para designar esta cantidad, BeV, justamente deriva el nombre de bevatrón.

*Modelo reducido en escala 1:4 del bevatrón en construcción.*

# BEVATRON





Debido a la mayor masa del protón es necesario, además, aumentar la frecuencia para mantener al haz en fase sobre la misma órbita.

El acelerador de protones (que es el nombre técnico del bevatrón), que está construyendo la Universidad de California, tendrá un electroimán constituido por cuatro secciones, en forma de segmento anular de  $90^\circ$  y de 15 m. de radio, unidas por secciones rectas de 6 m. de largo. La corriente para alimentar el electroimán será suministrada por un grupo motor-generator provisto de un gran volante. El funcionamiento de este equipo es sumamente ingenioso: el motor, al comenzar cada ciclo, entrega energía cinética al volante, que, por su gran momento de inercia, se comporta como un acumulador de energía mecánica. Cuando se comienza a excitar

el generador, éste produce energía eléctrica a expensas de la energía cinética acumulada en el volante, y la corriente resultante circula por las bobinas del electroimán. Una vez terminado el ciclo, se corta la excitación del generador; debido a que la impedancia del electroimán es muy grande, éste se comporta ahora como una batería y el generador como un motor. El electroimán cede energía eléctrica al generador, que la transforma en mecánica y la devuelve al volante. De esta manera, la enorme cantidad de electricidad requerida para alimentar al electroimán circula continuamente entre éste y el generador, que la acumula en forma de energía mecánica en el volante. El motor debe suministrar únicamente la energía inicial y la que se pierde por roce, histéresis y efecto Joule.

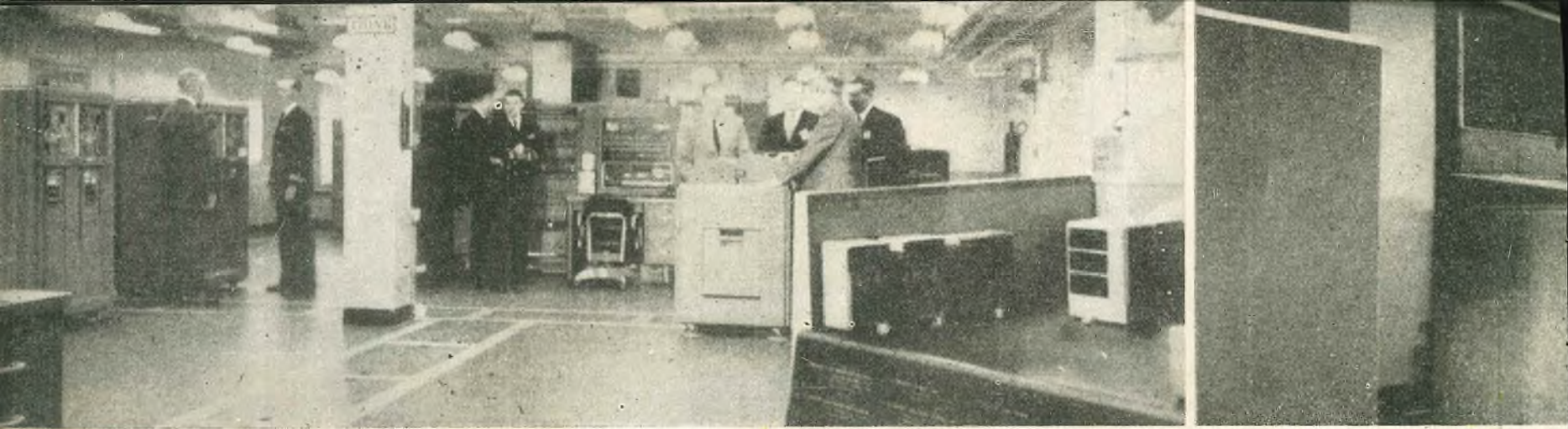
El campo máximo que producirá el electroimán será de 15.000 gauss, la frecuencia máxima será de 2.5 Mc. El aparato producirá "chorros" o impulsos de protones de hasta  $10^{16}$  partículas, 10 veces por minuto; cada impulso tendrá una duración de 1,75 segundos.

Los protones iniciales serán producidos por un Van der Graaff a presión y acelerados por un acelerador lineal hasta una energía de 10 MeV, y luego inyectados en el bevatrón; después de recorrer más de 430.000 km. por el interior del tubo acelerador, adquieren una energía de 6 BeV. Justamente éste es el orden de la energía de los protones que constituyen la componente principal de los rayos cósmicos primarios. Con esta mención se comprenderá la enorme importancia científica que tiene la cons-

*Edificio en construcción para el bevatrón (actualmente terminado).*

trucción de este aparato por las posibilidades de investigación que abre en un terreno hasta ahora fuera del alcance de la observación directa. De ahí deriva otro de los nombres adjudicados al acelerador de protones, que es el de cosmotrón.

De más está decir que la construcción de este coloso entraña un sinnúmero de dificultades técnicas de todo orden. Para facilitar su solución, ya se ha construido un modelo reducido del bevatrón, en escala 1:4; en la figura 1 se puede apreciar la magnitud del electroimán, que es el anillo de sección cuadrada que aparece en los bordes de la figura, y parte del equipo de vacío.



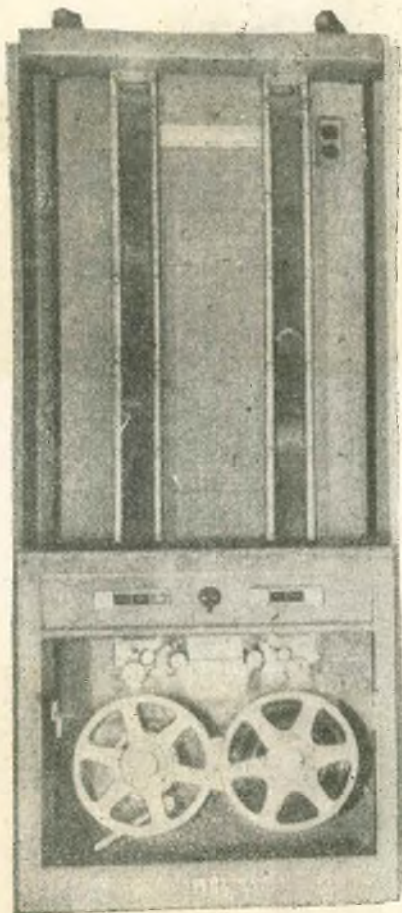
## ALGUNAS NUEVAS MAQUINAS

**E**NTRE las máquinas electrónicas de calcular comerciales, merecen citarse las **Electric Data Processing Machines (E. D. P. M.)** modelos 701 y 702. De características análogas, siendo la segunda un mejoramiento importante de la primera.

### LA MAQUINA 702

El sistema consta de unidades separadas, electrónica-

*El almacenamiento o "memoria" de la máquina electrónica de tipo comercial*



mente intercomunicadas mediante cables. El número de cada tipo queda a elección, de acuerdo con las necesidades.

1º) Las unidades de cinta magnética son el medio primario para incorporar y extraer datos del sistema. La escritura y la lectura se efectúan a razón de 15.000 caracteres alfabéticos o numéricos por segundo.

2º) El lector de tarjetas permite incorporar datos al sistema directamente de tarjetas IBM.

3º) La Memoria de Rayos Catódicos contiene las instrucciones para la operación y permite un almacenaje temporario de los datos en proceso.

4º) El tambor magnético proporciona capacidad de almacenamiento adicional.

5º) La Unidad Aritmética y Lógica efectúa cálculos, toma decisiones y controla la ejecución de las instrucciones.

6º) La Consola de Contralor proporciona un medio de comunicación entre la máquina y el operador.

7º) El perforador registra en tarjetas los resultados.

8º) El impresor en línea produce los documentos e informaciones pedidas.

### OPERACION INDEPENDIENTE DE LAS UNIDADES DE INCORPORACION Y EXTRACCION DE DATOS

Las unidades de cinta magnética (Fig. 1), los lectores de tarjetas, las perforadoras y los impresores en línea pueden acoplarse directamente una a la otra, a fin de obtener en

forma independiente el pasaje de cinta a tarjeta y de tarjeta a cinta. La posibilidad para escoger entre operación directa e independiente permite una completa libertad en el planeamiento de los más eficientes y directos procesos.

Estas máquinas extraordinarias han incorporado a este campo una tremenda velocidad de cómputo (más de 2.000 multiplicaciones y divisiones, más de 16.000 sumas y restas por segundo); una enorme capacidad de almacenaje y un acceso ultrarrápido a los datos almacenados.

Para utilizar más acabadamente las grandes velocidades de cómputo disponibles gracias a la electrónica, se requiere una gran capacidad de almacenamiento.

El almacenamiento o "memoria" retiene los datos básicos para el cómputo, las instrucciones para su solución y las soluciones intermedias o parciales. Algunos de los datos deben estar a disposición de la máquina al millonésimo de segundo; algunos, tales como los datos permanentes de referencia o las instrucciones, se requieren con menos velocidad, pero deben quedar indefinidamente disponibles.

Las máquinas E. D. P. M., tienen un alto grado de flexibilidad por el uso de los tres tipos principales de almacenamiento electrónico, en conjunción con la ya probada y tan múltiple tarjeta perforada. Cada una de estas partes cumple la fase particular del trabajo para la cual está mejor adaptada.

Uno de los rollos de cinta

magnética almacena más de 2.000.000 de dígitos. Estos pueden ser leídos o escritos a razón de 12.500 dígitos por segundo. Por su capacidad y su densidad, las cintas magnéticas constituyen el medio ideal para mantener archivos de datos e instrucciones.

Rotando a velocidades enormes dentro de la unidad mostrada en la ilustración, cada uno de los tambores magnéticos almacenará 40.960 dígitos por una capacidad total de 81.920 dígitos. Cada dígito es registrado en una pequeña mancha magnética en la cara del tambor.

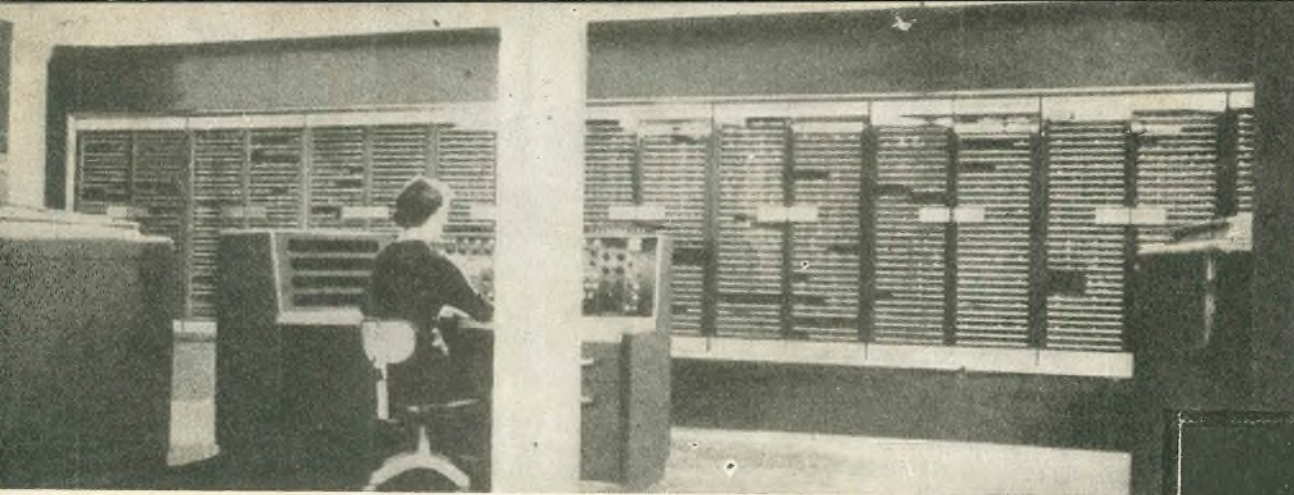
Tubos de rayos catódicos, similares en principio a los tubos de televisión, dan a la máquina mucha de su tremenda velocidad y flexibilidad. Pueden almacenar 10.240 dígitos, cualquiera de los cuales puede obtenerse para un proceso en otro punto de la máquina a 112 millonésimos de segundo.

Digamos de paso que la máquina 701 (Fig. 2) trabaja en sistema de numeración binario y la 702 en sistema decimal.

### EL CALCULADOR NORC

El Naval Ordnance Research Calculator (Norc. Fig. 3) ha sido proyectado y construido por la Marina de los Estados Unidos de Norteamérica.

Fué proyectado especialmente para la solución de los más grandes problemas de cálculos de la ciencia y la técnica. Es uno de los calculadores electrónicos más rápidos y poderosos que operan en la actualidad.



*Equipo Electric Data Process Ing Machines, en uso en la armada de los Estados Unidos.*

*El imponente calculador NORC, proyectado y construido por la marina norteamericana.*

# DE CALCULAR

Por **EMILIO A. M. MACHADO**

(De la Comisión Nacional de la Energía Atómica)

Con su insuperable velocidad y seguridad, Norc trata problemas que involucran billones de multiplicaciones, divisiones, adiciones y sustracciones.

Instrucciones simples y directas ayudan al científico a presentar a la máquina los problemas más intrincados.

Norc trata la aritmética de la misma manera que lo haría un ser humano. Dice "9 y 6 son 15, me llevo 1" pero lo hace en un millonésimo de segundo. Hace la siguiente multiplicación en 31 millonésimo de segundo, incluyendo la ubicación de la coma decimal:

2368,912941062  
867124,0510296

14213477646372

21320216439558

4737825882124

2368912941062

11844564705310

9475651764248

4737825882124

2368912941062

16582390587434

14213477646372

18951303528496

2054141385,9901255052175352

Las operaciones aritméticas completas incluyen las instrucciones de la máquina, la selección de factores y la "memorización" de los resultados. Cada operación sigue a la otra a razón de 15.000 por segundo o un billón en menos de 24

horas. Esto equivale a mil personas calculando durante toda una vida.

## LAS INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO Y LOS DATOS DEL PROBLEMA

Estas penetran en la máquina por medio de 8 unidades de cinta magnética ultrarrápida.

Puede leerse o registrarse 70.000 caracteres por segundo en una sola cinta. Serían necesarios 14.000 dactilógrafos para escribir estos datos en la misma cantidad de tiempo.

La cinta se pone en movimiento y llega a su velocidad máxima en 8 milésimas de segundo. Aparte de la entrada y salida de datos la cinta acumula también los resultados intermedios obtenidos durante el cálculo, es decir, que actúa como memoria magnética.

## LOS REGISTROS IMPRESOS

Estos se producen a razón de 18.000 caracteres por minuto, lo que equivale al rendimiento de 70 dactilógrafos.

En la Norc, los cálculos se efectúan al mismo tiempo que la impresión, siendo transmitidos los caracteres a los impresores a razón de 10.000 por segundo. Esta impresión ultraveloz durante el cálculo permite al científico modificar su planeamiento a medida que el problema avanza.

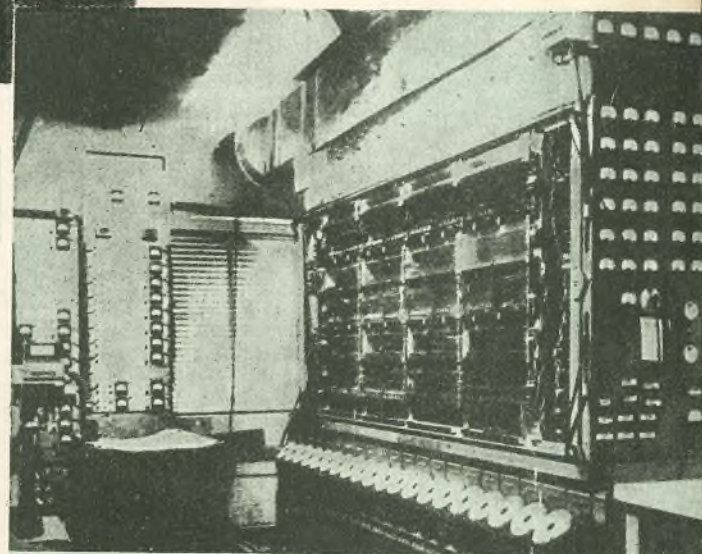
En las operaciones normales, el calculador procede automáticamente de acuerdo con las instrucciones escritas, sin que el operador deba atenderlo.

Las luces indicadoras de un tablero muestran el progreso y las operaciones que se van realizando. Los controles permiten al operador poner en marcha o detener la máquina y aun modificar el programa escrito.

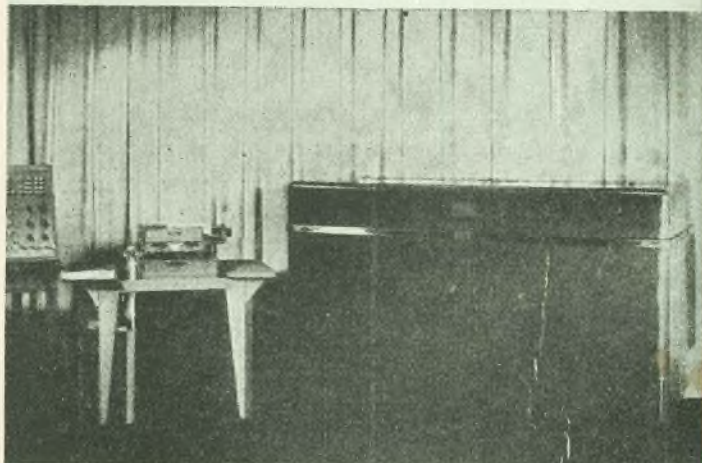
Cualquier número de instrucciones puede aparecer en los tubos de rayos catódicos a voluntad del operador. También mediante este sistema puede examinarse cualquier porción seleccionada del programa con "relantisseur".

## TARJETA-CINTA-TARJETA

La máquina tarjeta-cinta-tarjeta transcribe automáticamente los datos de las tarjetas perforadas, haciéndolo sobre cintas magnéticas. A la inversa, los resultados finales de los cálculos

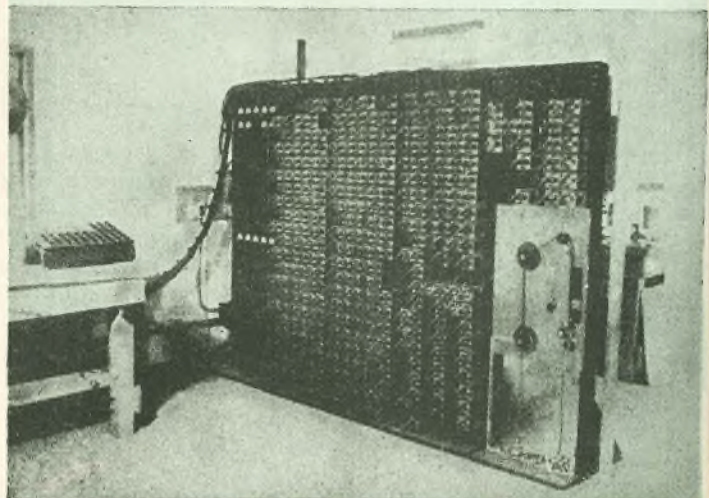


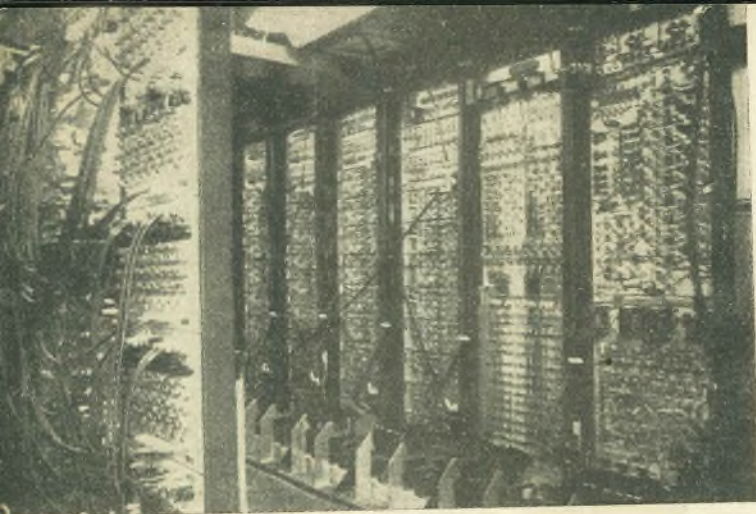
*Computador del Instituto for Advance Study, totalmente electrónico, de gran flexibilidad y adaptable a cálculos generales.*



*El Circle Computer, que suma y resta en 25 milisegundos y multiplica y divide en 45 milisegundos. Es una máquina de tipo comercial.*

*Aspecto del tablero de la Special Purpose Digital Computer, que ha sido construido por Haller, Raymond y Broun, Inc. de Passadena.*





*Tableros del computador Fairchild Specialized Digital Computer, también llamado SPED, sigla de Special Purpose Electronic Computer.*

efectuados por la Norc son transcritos de la cinta magnética a las fichas perforadas por esta misma máquina.

Las tarjetas perforadas facilitan muchas operaciones, tales como registro, verificación, comparación, selección e impresión.

#### EQUIPOS PARA PRUEBAS

Sobre unidades desmontables se ubican circuitos electrónicos para el cálculo.

Estos pueden quitarse para reparación y prueba del computador.

Un instrumento único entre los elementos auxiliares, el equipo de prueba, permite rápida verificación de la marcha de todas las unidades desmontables, aparte del computador, sin interrumpir la operación de éste. Ninguna verificación o ajuste de las piezas desmontables se hace sobre el computador.

#### Cintas:

- Número de unidades de cinta: 8
- Densidad: 510 caracteres por pulgada.
- Velocidad: 140 pulgadas por segundo.
- Índice de información: 70.000 caracteres por segundo.
- Velocidad de arranque: 8 milésimas de segundo.

#### Memoria electrostática:

- Número de palabras: 2.000.
- Tiempo de acceso: 8 millonesimos de segundo.

#### Aritmética:

- Procedimiento de la coma decimal: Ubicación automática especificada.
- Tiempo de multiplicación: 31 millonésimas de segundo.
- Tiempo de suma: 15 millonésimas de segundo.
- Operaciones completas, incluyendo coma decimal flotante, su ubicación: 15.000 por segundo.

#### Impresión:

- Número de impresores: 2.
- Velocidad: 18.000 caracteres por minuto.

#### EL COMPUTADOR ELECTRONICO DEL INSTITUTO FOR ADVANCED STUDY

Máquina que está en marcha desde junio de 1952; es totalmente electrónica de tipo aritmético (Fig. 4), diseñada de

manera de presentar gran flexibilidad y adaptarse a cálculos generales. Se ajusta a las características óptimas: reducido tamaño, velocidad, facilidad de operación, etc., fijadas por Burks, Goldstine y von Neumann en 1946. Opera en el

sistema de numeración binaria, sus medidas son 0,60 por 1,80 por 2,40 metros; sistema de memoria electrostática con una capacidad de 1.024 números o palabras de 40 cifras. Los circuitos electrónicos contienen 2.300 válvulas.

La introducción de datos y la salida de los resultados se opera mediante máquinas I. B. M., del sistema Hollerith a tarjetas perforadas; su velocidad de lectura y perforación es de 100 tarjetas por minuto, en impresión se logran 1.024 "palabras" en 32 minutos.

La velocidad de cálculo es: suma 62  $\mu$ s; multiplicación de 435 a 990  $\mu$ s; división 1.100  $\mu$ s.

Entre los primeros trabajos encarados figura la resolución de ecuaciones diferenciales representadas de modelos simplificados de la atmósfera.

#### EL CIRCLE COMPUTER

Es un computador aritmético, totalmente electrónico (Fig. 5). Tiene una memoria de 1.024 números de 40 dígitos binarios más dos dígitos binarios para el signo del número. Las instrucciones se almacenan en la misma memoria de los números, con dos instrucciones en cada uno de los mismos. Memoria y registro de operación magnético rotativo de una velocidad de 3.540 r. p. m. La entrada y salida de datos en el computador se efectúa mediante cinta de papel perforado.

Las características de velocidad de operación son las siguientes:

Suma y resta: 25 milisegundos. Multiplicación y división: 45 milisegundos.

Es una máquina comercial fabricada por Hogan Laboratories Inc., quienes tienen tres en proceso de fabricación.

#### EL SPECIAL PURPOSE DIGITAL COMPUTER

Fué diseñado especialmente para resolver sistemas de ecuaciones algebraicas lineales simultáneas, mediante métodos de iteración; es decir, de aproximaciones sucesivas.

Para resolver un sistema de 73 ecuaciones, la máquina ha demorado tres minutos por iteración, y en otro problema consistente en 793 ecuaciones demoró 20 minutos por iteración; en ambos casos fueron suficientes 15 iteraciones para llegar a una solución suficientemente precisa.

Esta máquina fué construida por Haller, Raymond y Broun, Inc. de Passadena. (Fig. 6.)

#### EL USAF - FAIRCHILD SPECIALIZED DIGITAL COMPUTER

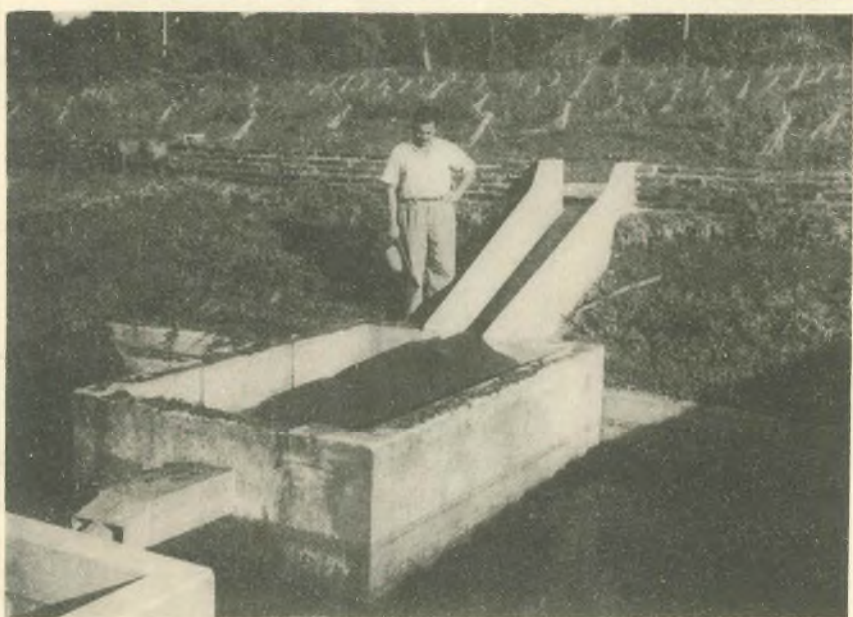
Este computador también llamado SPED (Special Purpose Electronic Computer) fué diseñado y construido en el NEPA Project (Nuclear Energy for the Propulsion of Aircraft Project) en Oak Ridge para obtener soluciones de un determinado tipo de problema.

Este problema consiste en grandes sistemas de ecuaciones algebraicas lineales con aproximadamente 300 incógnitas.

El SPED (Fig. 7) es totalmente electrónico; trabaja en numeración decimal y en cálculos emplea el método de iteración de Gauss-Seidel. Su velocidad de multiplicación es de 400  $\mu$ s por operación. Emplea 2.206 válvulas electrónicas, la mitad de las cuales son tipo 6AL5. Esta máquina se llama también Oracle. (Oak Ridge Automatic Computer for Linear Equations.)

Ha sido usada también en problemas relacionados con productos matriciales; análisis de Fourier, integración numérica e inversión de matrices.

# PROTECCION DE NUESTRA TIERRA



*Arriba: Un detalle de los efectos de arrastre de suelo originado por una lluvia intensa sobre tierra arada en un campo con declive del tres por ciento. Abajo: Para verificar los daños que ocasiona la erosión hidráulica, se instalan medidores como en que muestra la fotografía. En la misma puede observarse la acumulación de tierra arrastrada por el agua y depositada en la primera pileta de captación, provocando así la erosión.*

y amable. No le desengañó el aspecto de nuestros campos, a los que traían sus ansias de trabajo y su saber para tratarlos con bondad, pero tampoco eran ya aquellos que le habían descrito sus paisanos, y eso que tendió su vista sobre los que formaban uno de los principales centros agrícolas nuestros; una de esas zonas que se empinan en la fama por su riqueza desmesurada. Aquella no era la tierra pingüe y feraz; la tierra morena y prolífica que le habían dicho. La que tenía ante sus ojos había empaldecido en el constante alumbramiento, por el agotamiento de la fatiga, y comprendió entonces que el paso del hombre, lleno de codicia, la había esquilado hasta el empobrecimiento.

Fué su propia riqueza la que dañó a esa tierra. Fenómeno semejante ocurrió



Los terrenos en declive están permanentemente expuestos a la erosión por agua, particularmente en aquellas regiones de importantes medidas anuales de lluvia. Para prevenirla deben realizarse los cultivos de contorno, es decir, transversal a la caída general del terreno, como muestra la fotografía. De tal manera se evita uno de los mayores peligros.



Una de las regiones del país donde la erosión eólica ha causado mayores daños es la pampeana. Allí la constancia de los vientos y los errores cometidos al destruir los bosques con fines utilitarios que la defendían de ese enemigo, la han dejado semiárida. Esta fotografía muestra una fracción con médano. Estas acumulaciones de arenas alcanzan hasta 3 y 4 metros de altura. La recuperación de esas tierras para la agricultura es difícil.



Al planear la lucha contra la erosión eólica, la primera medida que debe adoptarse es el rebajamiento de las cimas de los médanos formando canales de viento, conforme lo muestra esta fotografía de otro sector de la región pampeana. Puede observarse la alineación clásica de dichos canales; ellos devolverán la fecundidad a la tierra.

donde sus bienes se mostraron fáciles a las manos que buscaban el provecho mayor con el mínimo esfuerzo, y los países de América soportaron principalmente sus consecuencias en los últimos siglos. No fueron éstos los pioneros, aunque dieron al país momentánea refulgencia; los verdaderos pioneros fueron los que llegaron después, los que trataron a la tierra con cariño, la trabajaron con amor y la ayudaron a recuperarse. Los que en verdad contribuyeron positivamente al engrandecimiento de la Patria afirmando sus rique-

Para completar la operación detallada anteriormente, una vez rebajado el médano y cavados los canales para el viento, se siembra el terreno y se defiende la superficie con una cobertura de paja. Así se logrará fijar esos suelos movedizos y hacerlos muy productivos.

zas básicas, fueron aquellos que trabajaron con sensatez, con la sabiduría o la experiencia necesarias para no matar el bien futuro por la ganancia inmediata, y sobre el valor de estos trabajadores, cabe aquí repetir las palabras de Alberdi: "El suelo pobre hace al hombre fuerte, porque su pobreza obliga al hombre a ser hijo de sus esfuerzos y de sus obras." Quería expresar el gran teorizante con ello, que la verdadera riqueza no está en el suelo, sino en el agricultor.

Recordemos a dos tipos de nuestro pasado inmediato. Uno era aquel, radicado generalmente en la ciudad, que ante reveses de fortuna, obtenía solución —según él— "con irse dos o tres años al campo", si persistía la mala suerte. El otro era el mismo agricultor que se dedicaba al monocultivo que estimaba más rendidor y que tenía que comprar las legumbres para su cocina. Ambos, tanto el labrador en ciernes como el sembrador intrépido, fueron verdaderos depredadores de la tierra.

Los gobiernos percibieron con nitidez que tal conducta sólo prometía males futuros. Aquel presente opulento estaba grávido de la indigencia del porvenir. El pronóstico dió lugar a la creación, en el año 1898, del Ministerio de Agricultura de la Nación, y en su ulterior organización implantóse la División Suelos, precursora del actual Instituto de Suelos y Agrotecnia, con dependencia de la Dirección General de Investigaciones Agrícolas. Deseamos referirnos en particular al nombrado instituto, porque representa el Estado Mayor que ha contenido el avance de la devastación y organiza y proporciona planes para las fuerzas de la recuperación y del trabajo racional, disciplinado y previsor.

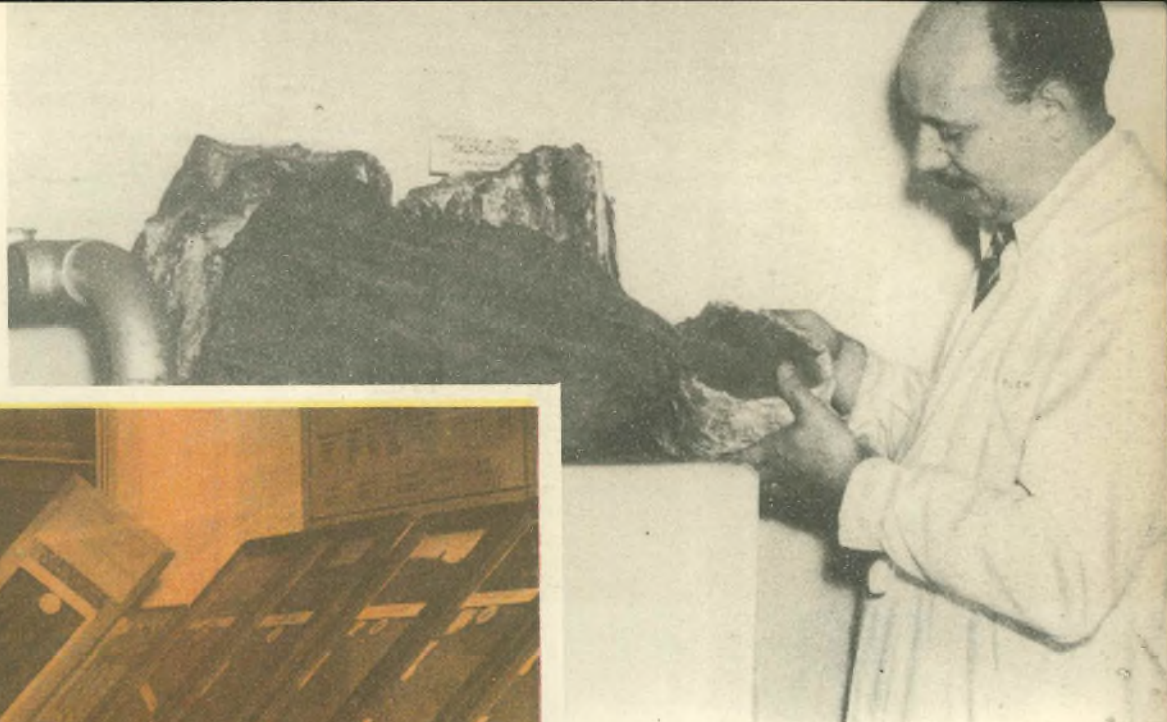
Una rápida enumeración de sus funciones habrá de dar cabal idea de la amplitud de propósitos que la fundamenta; servicios geográficos y de conservación; investigaciones edafológicas con levantamiento de la carta nacional; reconocimiento agroecológico del país; mapa nacional ecológico y cartillas agrícoloforestales; exploración y ensayo de fertilizantes; legislación y otros servicios diversos, forman el conjunto de su misión.

La elección de los suelos con fines agrícolas se realizó sin mayores especulaciones. A lo sumo se tomaron por base algunos empirismos y los resultados se acreditaron, en ambos sentidos, a las mudanzas del azar. La corrección de tan defectuoso procedimiento la lleva a cabo este instituto por medio de la clasificación y valoración de los suelos con fines agrícolas, en especial los de colonización y de nuevos regadíos, complementados con los estudios básicos necesarios de geología agrícola, mineralogía y petrografía, que tienden





En el museo del Instituto de Suelos y Agrotecnia, dependiente del Ministerio de Agricultura de la Nación, se coleccionan, debidamente clasificadas, las muestras de suelo de valor representativo y ejemplar para el país. A la derecha, muestra de troncos petrificados: Abajo se ven muestras de perfiles típicos



ción que conserva la humedad del suelo. En furibundas acometidas fueron talados con el primordial objeto de obtener maderas para fines calóricos. Ello abrió paso a los vientos, que en sus incansables embates arrastraron las sustancias orgánicas que hacen el suelo productivo. Así nació el erial, y luego, el desierto.

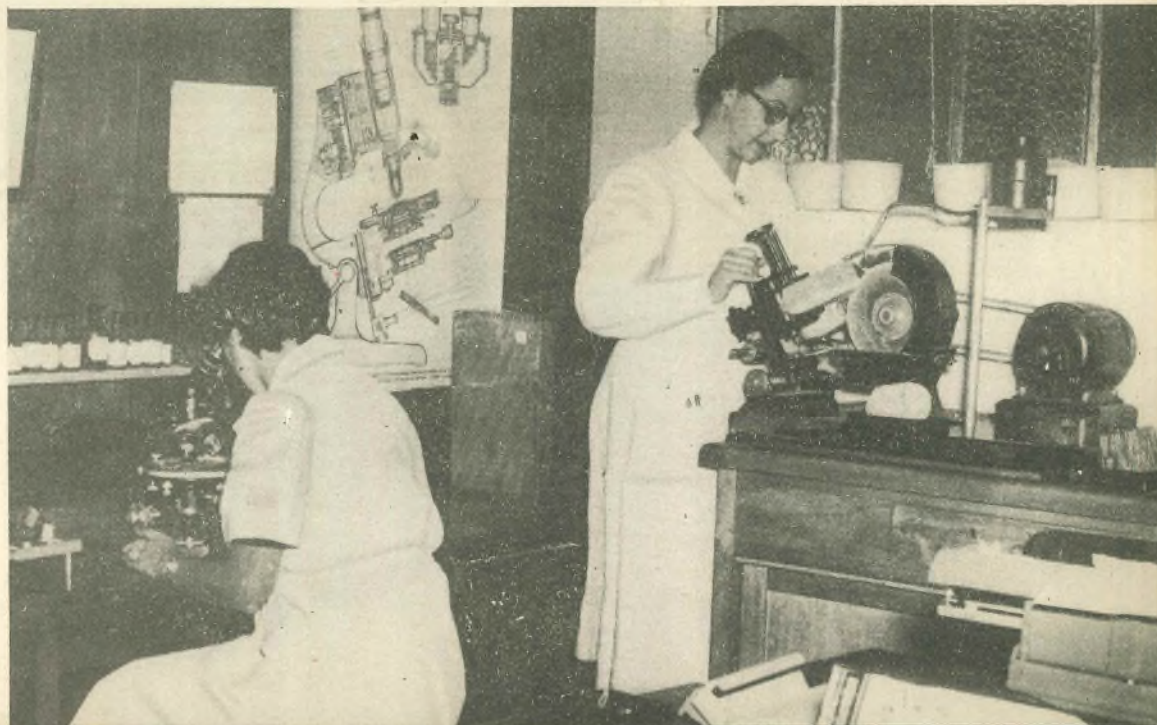
La labor del Instituto de Suelos y Agrotecnia implica en tal sentido realizar además reconocimientos geográficos acerca de la presencia e intensidad del fenómeno erosivo, que en otros casos es causado por el excesivo desgaste del suelo por acción humana y animal. Efectúa también experiencias sobre la aplicación de nuevas técnicas de conservación de la humedad, amén de su divulgación y demostración en el medio rural. Otro rubro interesante de su labor es el ensayo agrotécnico de la maquinaria agrícola, asunto que en el país sólo se había contemplado parcialmente en el aspecto mecánico.

a identificar los materiales originarios y subyacentes de los suelos, argentinos. Asimismo son fundamentales sus trabajos cartográficos, no sólo para la representación final de la geografía de los suelos, sino también para el exacto trazado del "mapa-base", sobre el cual se funda el reconocimiento de campaña.

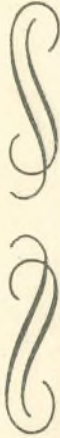
Los servicios de conservación pueden calificarse como su tarea más concreta, y abarca los problemas agrotécnicos más trascendentes de la economía nacional, como la prevención y lucha contra la erosión eólica e hidráulica.

Es preciso hacer referencia aquí a un tercer agente damnificador del suelo para la adecuada estimación del valor de los referidos servicios de conservación; aludimos al talado de bosques. Tierras fértiles y aprovechables para la agricultura están arruinadas por la erosión eólica. Probablemente ningún ejemplo es tan penosamente elocuente como el que ofrece buena parte del territorio de la actual provincia Eva Perón. Donde ahora es páramo, se levantaban bosques umbrosos que aferraban el humus y favorecían el desarrollo de la vegeta-

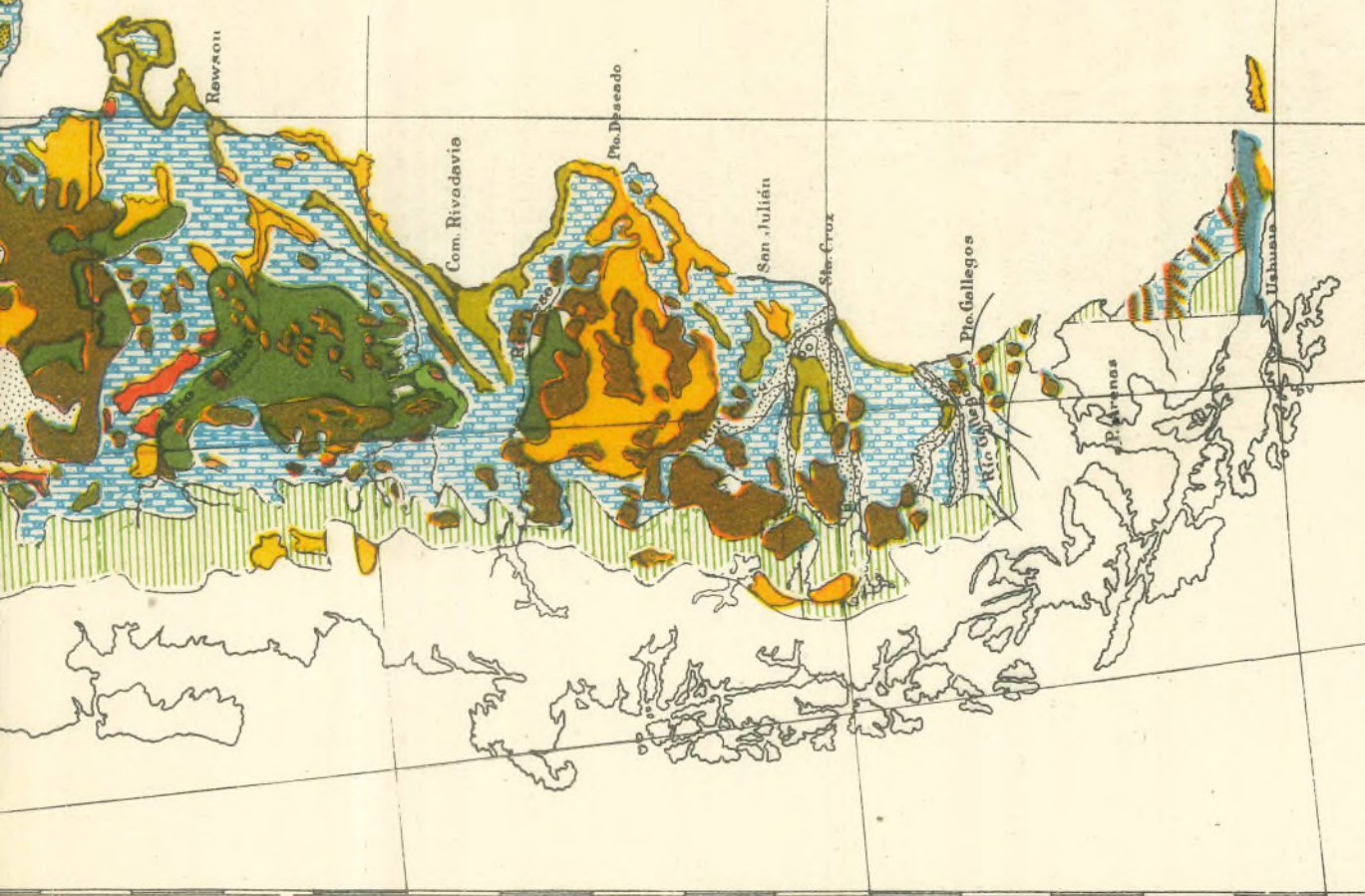
En el Laboratorio de Petrografía se preparan y examinan microscópicamente las muestras de rocas y minerales, constitutivos o que dan origen a los suelos característicos de ciertas regiones del país.











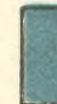




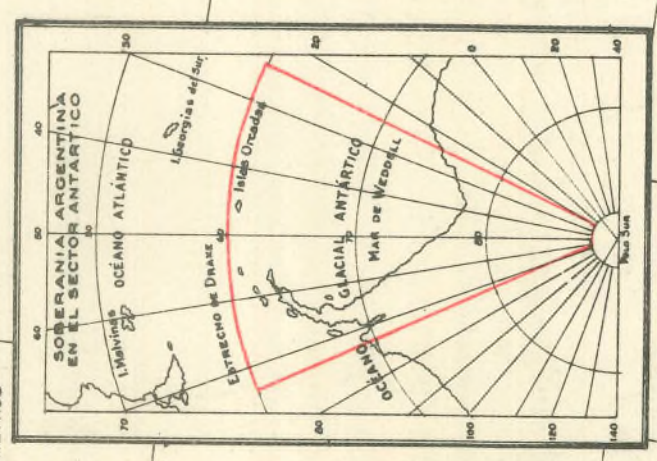
*Este mapa es un Bosquejo General de los Materiales Originarios de los Suecos y fué realizado en el año 1948 por el Doctor Agustín E. Riggi, actual director del Museo Argentino de Ciencias Naturales, teniendo de ayudante compilador al geólogo Dino A. Cappannini.*




-  Esquistos, cristalinós gneises y escasas filitas. calizas
-  Granitos y rocas ácidas asociadas.
-  Pizarras, cuarcitas, filitas del precámbrico y paleozoico inferior.
-  Calizas, areniscas, etc. del paleozoico de la precordillera
-  Cuarcitas, filitas y conglomerados dinamometamórficos del paleozoico superior.
-  Sedimentos arenosos del gondwana.


-  Rocas arenosas del mesozoico y sedimentos del gondwana.
-  Pórfidos cuarcíferos, quartzíticos y porfiritas con sus tobas y brechas (jurásico).
-  Sedimentos marinos del mesozoico


ESCALA  
KILOMETROS





50  
Cartógrafo: G. L. Estany


 Salinas salares y borateras.


 Turberas.


 Conos y conoides de deyección.


 Arenas, conchillas y rodados calcáreos de la ingresión marina querandí.

 Sedimentos arenosos medanosos (Medano invasor).

 Limo lacustre posglacial y actual.

 Extensión probable del limo lacustre posglacial y actual.

 Aluviones posglaciales y recientes y depósitos limosos palustres.

 Médanos actuales.

45

50

55

50

55

75

70

65

60

55

50



*Este polarógrafo del Instituto de Suelos y Agrotecnia es, en su modelo, ejemplar único en el país. Se trata de un instrumento de análisis relativamente moderno, que permite determinaciones simultáneas de distintos elementos operando con pequeñas cantidades de muestra. El laboratorio de Polarografía es atendido por personal que posee óptima capacitación y una prolongada experiencia, gracias a la cual se pueden conseguir los análisis exactos del suelo.*

La edafología, o sea el estudio y clasificación de los terrenos desde el punto de vista agrícola, cuenta con servicios de investigación en ese Instituto, que comprenden, en especial, la tarea analítica que tiende al examen físico-químico, bioquímico y microbiológico de nuestro suelo. Son particularmente importantes al respecto, los trabajos sobre

química coloidal de las arcillas y el comportamiento como tal de los microorganismos útiles del suelo. Cuenta para esa tarea con modernos elementos, tales como el microscopio electrónico, el solarógrafo y el espectrógrafo, que son los medios más poderosos con que cuenta la ciencia de las arcillas y los suelos.

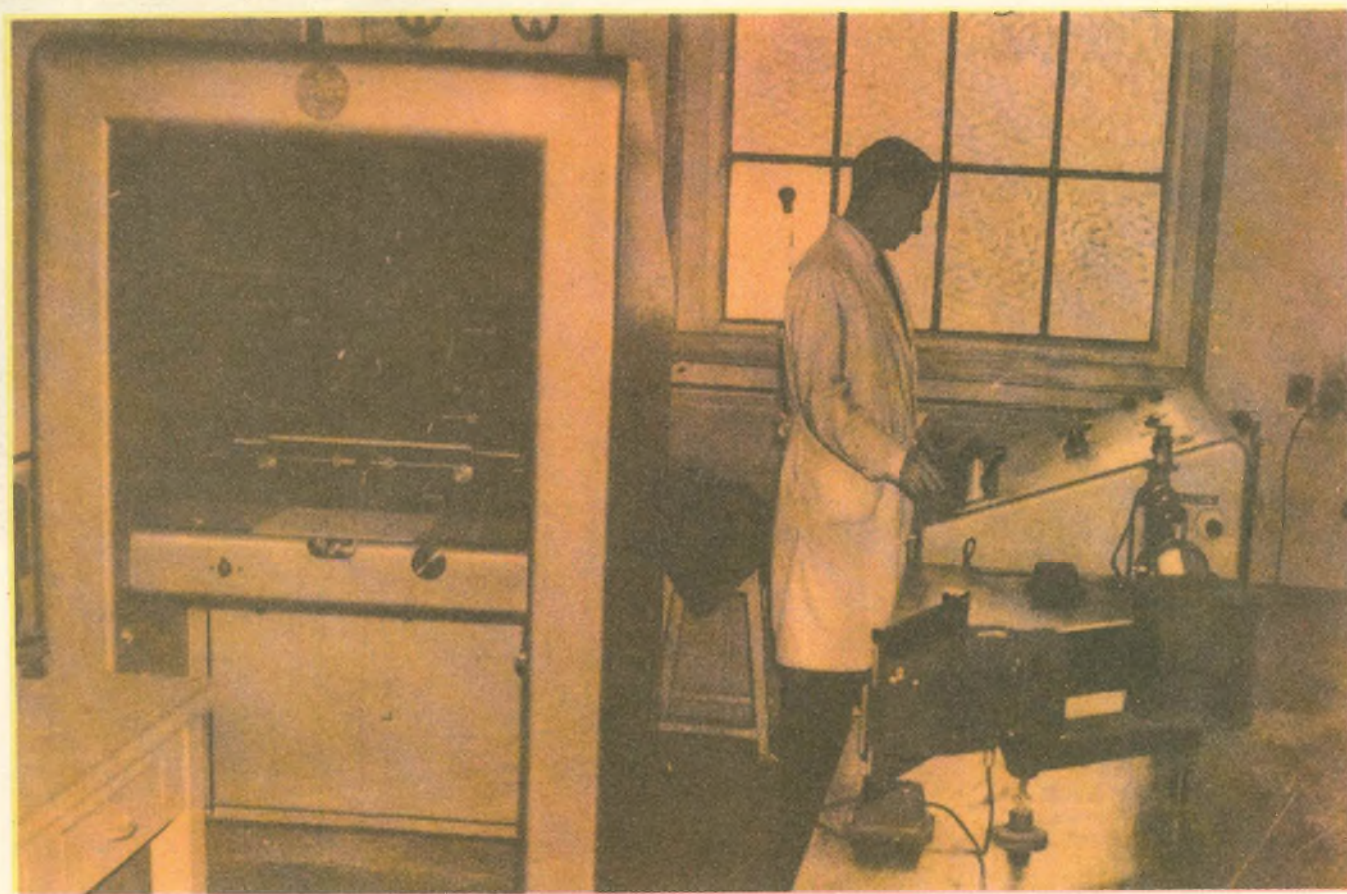
Por otra parte está levan-

tando actualmente la carta edafológica nacional. Esa tarea trascendental emergente de los servicios geográficos, viene cumpliéndose conforme con las determinaciones del Segundo Plan Quinquenal del Gobierno de la Nación. La labor está concentrada actualmente en la región pampeana, especialmente en su oeste.

Otra de las labores más útiles y concretas que viene realizando el Instituto es el reconocimiento agroecológico del territorio. Prácticamente, y siguiendo un método original, están ya reconocidas todas las localidades argentinas y publicados los resultados co-

agrícolaforestales", de las cuales ya se publicó la de la provincia de Buenos Aires.

Los estudios mencionados sobre agroecología forman parte del arsenal de preocupaciones capitales de aquel organismo y para clarificar su objeto y establecer la dimensión de su importancia, consideramos oportuno, en función de divulgación, hacer algunas referencias acerca de tan cautivante materia. Esta parte de la biología estudia, como se sabe, las relaciones existentes entre los organismos y el medio en que viven, y el concepto fué introducido por Hækel en 1878. Pasando



*En el Laboratorio de Espectrografía se opera con equipos de procedencia italiana que reúnen un conjunto de instrumental de alta precisión. Se utiliza, como el anterior, para fotografiar e interpretar o valorar determinaciones simultáneas y con pequeñas cantidades de materiales seleccionados para ese fin.*

respondientes a las provincias mesopotámicas y santafesinochaqueñas. Asimismo, y como parte de la labor del personal técnico extranjero contratado, han sido editadas las dos ediciones del "Mapa ecológico", que fué oficializado por el Poder Ejecutivo Nacional, alcanzando gran difusión en nuestro medio y en el exterior, y las "Cartillas

por alto su fundamentación, diremos que el conjunto de los seres vivos que dependen mutuamente para su existencia es lo que se llama la cadena ecológica, de la cual existen tres tipos: 1º) la cadena alimenticia, en la cual cada eslabón devora al que le precede y es devorado por el que le sigue; 2º) la cadena parasitaria, y 3º) la cadena compuesta de las dos primeras. Desde el punto de vista de la ecología, no hay animales dañinos, pues todos cumplen una función ecológica.

El rápido crecimiento del número de individuos de una especie, que puede llegar hasta convertirse en plaga, pone de manifiesto, generalmente, que la cadena ecológica ha sido rota en alguno de sus eslabones. En tales circunstancias, el hombre puede restablecer el equilibrio introduciendo en ella un parásito de la especie cuyo número es amenazante o un animal que la devora. La especie que se evade de la cadena ecológica está limitada por el alimento de que dispone y por la enfermedad. Creemos que esta síntesis ilustrará acertadamente sobre la importancia de aquellos trabajos.

Por otra parte, las funciones del Instituto van respondiendo, en la medida de las posibilidades que se ponen a su alcance, a los grandes lineamientos con que han sido planificados. Dentro de ellos se han colocado no solamente los estudios a que se ha venido haciendo mención, sino también tareas eminentemente prácticas, como es la instalación de Distritos de Conservación de Suelos. En ese aspecto viene intensificando la instalación de unidades locales, que serán encargadas de entender en todo lo relativo al suelo y a su conservación. Por de pronto ha sido puesto ya en funcionamiento el Distrito de Conservación de Arrecifes, provincia de Buenos Aires.

En materia de fertilizantes no puede ocultarse que en épocas anteriores se careció de método y orden alrededor de tan importantísima cuestión, cuya importancia surge súbitamente con sólo tener presente la forma discrecional con que se llevó a cabo la explotación del suelo. El fertilizante es la medicina de la tierra enferma; el tónico de fórmula magistral para restaurar su fecundidad debilitada por una exacción cruenta y prolongada. Cabía esperar, por ello, que a la explotación controlada se opusiera el frente de los fertilizantes en defensa de la tierra. Sin embargo, debe admitirse que no existió una política madura para la protección del suelo.

En el primero de los dos aspectos que abarca el punto:

esto es, el empleo de los fertilizantes, la memoria retrotrae no sin asombro el recuerdo de la manera absurda con que se los empleaba. Todo lo que se le dijera fertilizante o más comúnmente "abono", era bueno y convenía a la tierra. No se tenía en cuenta —por falta de ilustración sobre el problema— si convenía o no al tipo de terreno, zona de ubicación edafológica, clase de cultivos o que estaban destinados, etc., y esto, como no podía menos que ocurrir, produjo fracasos, malogró ponderables esfuerzos y ocasionó perjuicios ingentes.

El segundo aspecto se relaciona con la búsqueda de fertilizantes propios y sus correspondientes ensayos. No es aventurado afirmar que, prácticamente, se conocían únicamente los de origen animal o, en todo caso, si se tenía noticia de otros, aquéllos eran sin embargo los que obtenían todas las preferencias. A lo sumo, la propaganda comercial apenas si logró abrir una grieta para los fertilizantes minerales en aquellas preferencias, pero es incuestionable que, un poco por el costo de estos últimos y mucho por la tradición de aquéllos, la agricultura local se mantuvo durante muchos años en prácticas que no contaban siempre con respaldo científico.

La Ley 14.244, sancionada con fecha 29 de septiembre de 1953, establece el contralor analítico y técnico de los fertilizantes comerciales. Ello, además de la política de empleo de los mismos, prescripta en el Segundo Plan Quinquenal, ha traído un gran auge en la materia y, en consecuencia con ello, el Instituto, aparte de otras actividades vinculadas con esta materia, ha iniciado una campaña de exploración de los recursos minerales (fosfatos naturales, piedras calizas, etc.) y naturales (turberas, etc.) que podrían ser utilizados en la elaboración de fertilizantes en el país, con todos los beneficios que se derivaran para la economía nacional y para la aplicación de una interesante metodología en su empleo.

El Instituto de Suelos y Agro-  
tecnia ha trabajado y traba-



En un mapa de gran tamaño se fija la ubicación de los perfiles típicos de los suelos de las diversas regiones del país estudiadas. Las vitrinas de la derecha contienen muestras de tierras diversas.

ja en la obtención de una legislación adecuada y necesaria para su desenvolvimiento. Hállase a estudio del Congreso de la Nación, la Ley de Conservación de la Fertilidad del Suelo Agrícola, y tiene la antes mencionada Ley de Fertilizantes N° 14.244 en espera de la reglamentación que debe darle el Poder Ejecutivo Nacional. Es, además, órgano de aplicación de decretos y resoluciones que se refieran a los aspectos especializados de los arrendamientos y aparcerías rurales; delimitación de zonas marginales; crédito agrícola de habilitación para nuevos cultivos en nuevas zonas; etc.

Por último, el organismo presta importantes servicios de carácter público, tales como el asesoramiento agrológico a

los particulares, el análisis de tierras, aguas y abonos, y atiende toda clase de consultas relacionadas con la misión que es de su competencia.

Se ha tratado de presentar así, en forma sinóptica, la estructura funcional del Instituto nombrado, cuya labor, a poco que se posibilite la realización de sus finalidades, proveerá al país de conclusiones del más alto valor para la mejor explotación del suelo y para el mantenimiento del nivel que debe tener una de nuestras riquezas básicas. Al propio tiempo será un atento y eficaz agente de vigilancia para perseguir la esquilma del suelo y proteger al agricultor que desea trabajar honestamente en propio beneficio, sin menoscabo del bien de la Patria.



radiográficas cuyo elemento fundamental son sustancias radiactivas y cuyo costo es menor que la décima parte de aquéllos.

Los calibres atómicos se usan para medir y controlar el grosor del material a medida que es elaborado. Antes de la implantación de éstos, era necesario, para comprobar la corrección y uniformidad del grosor, cortar y pesar periódicamente muestras del material en elaboración. En la Fig. 1 se ve el calibre atómico en funcionamiento en la Carborundum Manufacturing C<sup>o</sup> de Niágara Falls, que controla el grosor del material abrasivo en fabricación.

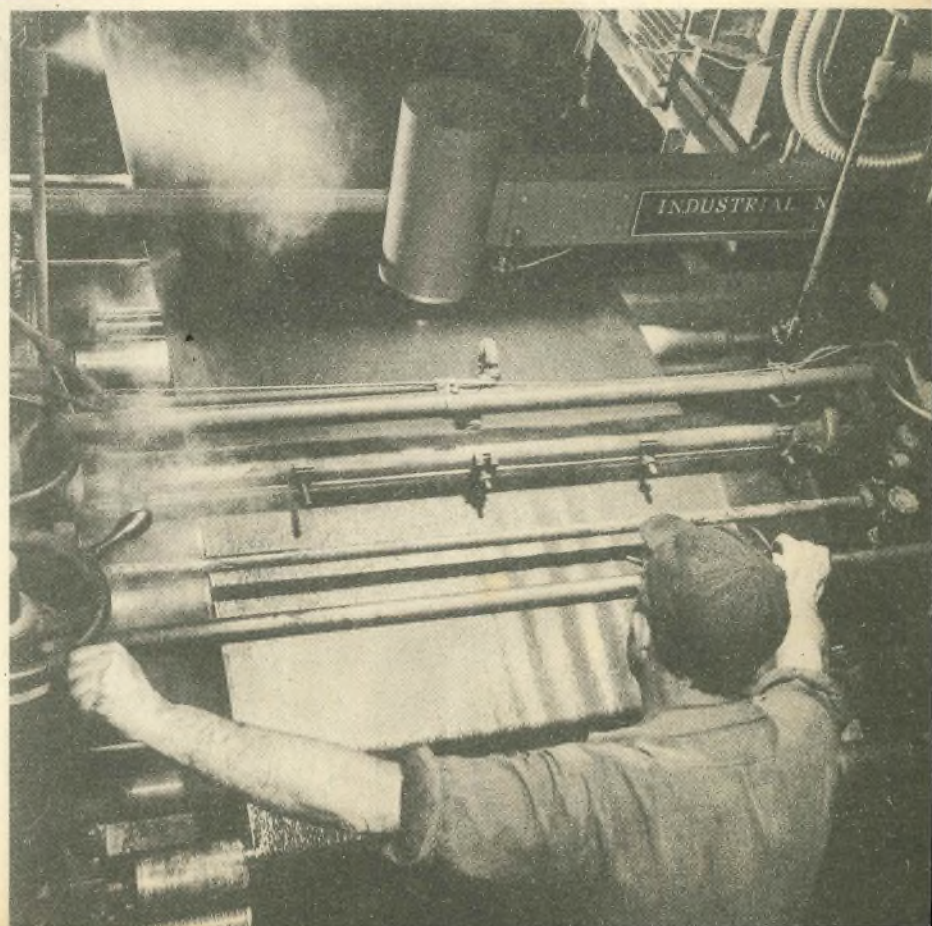
La industria del petróleo cuenta con una inestimable ayuda de los productos radiactivos. Así, la introducción de una partícula de material radiactivo en un oleoducto por el cual se bombean derivados pesados y livianos del petróleo —por ejemplo, nafta y fuel-oil— permite que un obrero provisto de un contador Geiger sepa cuándo termina de circular el fuel-oil y comienza la nafta o viceversa; y, en consecuencia, enviar cada producto a su correspondiente depósito. Anteriormente el obrero tenía que extraer muestras periódicas de lo que circulaba por el oleoducto para saber cuándo terminaba de fluir un producto y cuándo comenzaba a llegar otro. En consecuencia, se producía una considerable proporción de mezcla entre envíos distintos con el inevitable retardo en la circulación y pérdida de productos livianos. En la Fig. 2 vemos el control de la operación aquí esbozada. El desgaste de piezas en motores, las fallas de elementos moldeados, las impurezas en tintas, cristales y productos químicos, etc., así como las aplicaciones a la agricultura en el estado del crecimiento de plantas y las reacciones del suelo, son algunas de las aplicaciones de los radioisótopos para una mejor producción.

## LOS RADIOELEMENTOS en la INDUSTRIA

**L**OS radioelementos ocupan hoy un importante lugar en la ayuda a la producción de mejores productos y a un costo menor.

Hay ya varios cientos de empresas industriales que usan

la desintegración atómica en sus trabajos de rutina. Es así como los antiguos aparatos de rayos X industriales, de aplicación importante en los procesos de fundición, van siendo sustituidos por instalaciones



**E**S de frecuente mención que los elementos isótopos y sus correspondientes compuestos de isótopos diferentes tienen propiedades físicas que difieren muy ligeramente, pero que sus propiedades químicas son iguales.

En cuanto respecta a lo afirmado acerca de las propiedades físicas, cabe manifestar que ello es enteramente correcta. Más aún, las leves diferencias de propiedades físicas constituyen la base de algunos métodos corrientes de separación de isótopos (difusión gaseosa, difusión térmica en gases y líquidos, centrifugación, destilación fraccionada).

Asimismo puede mencionarse como ejemplo las propiedades del óxido de protio ( $H_2O$ ) y óxido de deuterio ( $D_2O$ ), que constituyen "aguas" formadas por los 2 isótopos estables del hidrógeno.

La afirmación acerca de la igualdad de propiedades químicas de los elementos isótopos y de los correspondientes compuestos requieren un análisis previo.

Definiremos como propiedades químicas de una sustancia al conjunto de propiedades observadas cuando participa en reacciones químicas. Así, diremos que son propiedades químicas del agua las de reaccionar con el metal sodio y el óxido de calcio. De esa manera señalamos que en ciertas condiciones al poner en contacto agua con sodio, en un caso, y agua con óxido de calcio, en otro, ocurren modificaciones químicas.

Desde luego, las propiedades químicas de una sustancia no están limitadas. En rigor cabe decir que ciertos hechos nuevos amplían el número de propiedades químicas asignables a una determinada sustancia.

El estudio de las reacciones químicas de una sustancia puede hacerse adoptando un criterio restringido o amplio.

En su sentido restringido este estudio consiste en la determinación de las condiciones experimentales en que esta reacción ocurre y la caracterización de las sustancias nuevas que puedan aparecer entonces.

Así, como ejemplo podría decirse que la reacción entre el sodio y el agua puede realizarse agregando lentamente trozos pequeños de sodio a una gran cantidad de agua fría. En tales condiciones aparecen las sustancias hidrógeno e hidróxido de sodio.

Por lo tanto, esa reacción permite afirmar que la propiedad química del agua de reaccionar con el metal sodio determina la aparición de las nuevas sustancias hidrógeno e hidróxido de sodio.

Sin embargo, eso no agota la descripción del proceso ocurrido. Podría estudiarse, por ejemplo, el calor desprendido, así como la velocidad de desprendimiento de hidrógeno.

Es decir, si mencionamos que el estudio restringido de las propiedades químicas de una sustancia es el objeto específico de la Química Inorgánica (o de la Química Orgánica), podemos afirmar que el estudio exhaustivo exige el aporte de la Química Física.

A ella compete con sus recursos característicos (termodinámica química, cinética química, electroquímica, estructuras molecular y atómica) completar el cuadro de conocimientos de la química de una cierta sustancia.

Habiendo establecido así una distinción entre las propiedades químicas restringidas y las propiedades químicas en su sentido lato, cabe retomar la consideración de las propiedades químicas de las sustancias isotópicas, o sea que difieren en uno de los isótopos de un cierto elemento.

Ahora puede afirmarse: **Las propiedades químicas restringidas de las sustancias isotópicas son iguales.** Y esto significa: en igualdad de condiciones experimentales (temperatura, presión, composición del sistema, etc.) las sustancias isotópicas producen en las correspondientes reacciones productos que difieren sólo en la composición isotópica.

# SEPARACION QUÍMICA DE ISÓTOPOS ESTABLES MEDIANTE REACCIONES DE INTERCAMBIO

POR

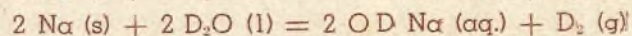
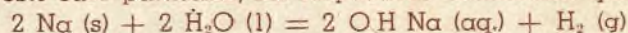
HEBERTO A. PUENTE

(De la Comisión Nacional  
de la Energía Atómica)

Así, como mencionamos implícitamente, tanto el óxido de protio  $H_2O$  como el óxido de deuterio  $D_2O$  reaccionan con el metal sodio, produciendo gas hidrógeno e hidróxido de sodio en solución acuosa. Pero las composiciones isotópicas del elemento hidrógeno en ambos casos son diferentes.

En el primer caso se obtiene "gas hidrógeno liviano"  $H_2$ , mientras que en el otro se produce "gas hidrógeno pesado"  $D_2$ .

En este caso particular, las respectivas ecuaciones químicas:



son formalmente diferentes, por cuanto esos 2 isótopos del elemento hidrógeno no tienen los mismos símbolos químicos.

Los símbolos (s), (l), (g) y (aq) indican, respectivamente, sólido, líquido, gas y solución acuosa.

Cuando se estudian desde el punto de vista físicoquímico las propiedades químicas de las sustancias isotópicas se llega a la siguiente conclusión: **Las propiedades físicoquímicas de las sustancias isotópicas son diferentes entre sí.**

Retomando la consideración de las sustancias isotópicas  $H_2O$  y  $D_2O$ , puede decirse que en la reacción con sodio en las mismas condiciones experimentales de temperatura y presión, el calor de reacción y la velocidad de desprendimiento de gas hidrógeno son diferentes.

Tales diferencias en las propiedades físicoquímicas de esas "aguas" pueden destacarse aún más, señalando que si se constituyen soluciones de  $H_2O$  y  $D_2O$  de composiciones variadas y se hacen reaccionar con sodio, la composición isotópica del gas hidrógeno depende de las condiciones (temperatura, tiempo de reacción, composición inicial del sistema, etc.) en que tiene lugar la reacción.

Existiendo, pues, diferencias en las propiedades físicoquímicas de las sustancias isotópicas, cabría formularse esta pregunta:

¿Es posible aprovechar esas diferencias para fundamentar procedimientos de separación o fraccionamiento de isótopos estables?

Podemos anticipar la respuesta: Sí. Para su justificación debemos tratar previamente otros temas de Química Física.

**2º) Equilibrio químico.** — Cuando se constituye un sistema cerrado formado inicialmente por dos o más sustancias, y se observa a tiempos sucesivos que la composición química varía, se dice que ha ocurrido una **reacción química**.

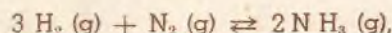
La experiencia señala que, después de un cierto tiempo, la composición química del sistema se mantiene constante dentro de los errores experimentales de la técnica de análisis (sistema final). Si entonces una o más sustancias iniciales tienen peso final nulo, se dice que ha ocurrido una **reacción química total**. Si habiendo ocurrido una reacción química el sistema final contiene todas las sustancias iniciales, diremos que la reacción ha conducido a un **equilibrio químico**.

El estudio del equilibrio químico es de competencia de la Química Física, y constituye uno de sus capítulos fundamentales.

Por su importancia como base de procedimientos fisicoquímicos de separación de isótopos estables, necesitamos su consideración.

Vamos a restringir el tratamiento de los equilibrios químicos al caso de sistemas formados por un único sistema homogéneo (solución), cualquiera sea su estado de agregación (gas, líquido y sólido).

Consideremos el equilibrio gaseoso entre las sustancias hidrógeno, nitrógeno y amoníaco, cuya ecuación química es la siguiente:



La experiencia indica que en el sistema formado por  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{NH}_3$  a una determinada temperatura y presión, según la composición, ocurre la síntesis de amoníaco o su descomposición. O sea que en un caso ocurre la reacción indicada por la ecuación química leída de izquierda a derecha, mientras que en el otro caso tiene lugar el proceso opuesto.

¿Cómo puede interpretarse que con las mismas sustancias ocurra, según los casos, una reacción o su opuesta?

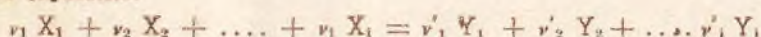
Se acepta la siguiente explicación: en todo momento tienen lugar ambas reacciones, pero con velocidades diferentes. Así, cuando se observa el aumento de peso de amoníaco, significa que la velocidad de síntesis es mayor que su velocidad de descomposición.

¿Cómo cabe interpretar el estado de equilibrio, caracterizado por una composición química constante, o sea invariable con el tiempo? Pues, afirmando que en el estado de equilibrio ambas reacciones ocurren con la misma velocidad.

Tal es escuetamente la **interpretación dinámica** del equilibrio químico.

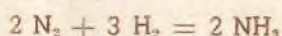
**3º) Constante de equilibrio.** — La experiencia demuestra que a la misma temperatura todos los estados de equilibrio químico correspondientes a una misma ecuación química están caracterizados por un valor común llamado **constante de equilibrio K**.

Cuando se trata de una única solución formada por las sustancias  $X_1, X_2, \dots, X_i; Y_1, Y_2, \dots, Y_i$ , la ecuación química es la siguiente:



Con  $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_i$  y  $\nu'_1, \nu'_2, \dots, \nu'_i$  se indican números enteros y positivos (coeficientes estequiométricos, respectivamente, de los reactivos ( $X_1, X_2, \dots, X_i$ ) y de los productos ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_i$ ). Con  $X_1, X_2, \dots, X_i; Y_1, Y_2, \dots, Y_i$  se designan los respectivos moles de las sustancias reactivos y productos simbolizadas por su fórmula química.

Así, la ecuación química:



es un caso particular de la ecuación general donde  $\nu_i = 2$ ,

$\nu_2 = 3$  y  $\nu'_1 = 2$ , siendo nulos todos los otros coeficientes estequiométricos.

Si indicamos con  $V$  el volumen del sistema que en un estado de equilibrio se halla formado por  $n_1$  moles de la sustancia  $X_1, n_2$  moles de la sustancia  $X_2, \dots$  y así de seguido, los valores  $C_1, C_2, \dots, C_i$  y  $C'_1, C'_2, \dots, C'_i$  definidos por:

$$C_1 = \frac{n_1}{V}, \quad C_2 = \frac{n_2}{V}, \quad \dots, \quad C_i = \frac{n_i}{V}$$

$$C'_1 = \frac{n'_1}{V}, \quad C'_2 = \frac{n'_2}{V}, \quad \dots, \quad C'_i = \frac{n'_i}{V}$$

se llaman **concentraciones molares o contracciones** de las respectivas sustancias  $X_1, X_2, \dots, X_i$  y  $Y_1, Y_2, \dots, Y_i$ .

Para una misma reacción todos los estados de equilibrio a igual temperatura verifican muy aproximadamente que el cociente:

$$\frac{C'^{\nu'_1}_1 \cdot C'^{\nu'_2}_2 \cdot \dots \cdot C'^{\nu'_i}_i}{C_1^{\nu_1} \cdot C_2^{\nu_2} \cdot \dots \cdot C_i^{\nu_i}}$$

es el mismo.

Tal valor se llama "**constante de equilibrio**".

Para el equilibrio (1) el valor de  $K$  queda definido así:

$$K = \frac{C^2_{\text{NH}_3}}{C_{\text{N}_2} \cdot C^3_{\text{H}_2}}$$

**4º) Reacciones de intercambio isotópico:** De acuerdo con lo tratado hasta ahora debemos considerar a las sustancias isotópicas como sustancias diferentes, pues algunas de sus propiedades fisicoquímicas tienen valores desiguales.

Un cierto rigor lingüístico impone consiguientemente que las reacciones de dos sustancias isotópicas con una sustancia común deban ser consideradas como reacciones diferentes. Y por lo tanto deben formularse mediante ecuaciones diferentes.

Tal formalización ya se halla implícita en el ejemplo de las reacciones con sodio de las dos "aguas" tratadas en (1).

Ahora bien, en tales casos no sólo deben formularse explícitamente las composiciones isotópicas de las dos sustancias consideradas, sino que también es necesario tomar en consideración igual propiedad de la otra sustancia común.

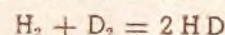
Tal puntualización es necesaria porque en el caso general ese reactivo común respecto a dos sustancias isotópicas puede formar dos o más sustancias isotópicas y, por lo tanto, gran número de "soluciones isotópicas". Como ejemplo consideraremos el sistema formado por "hidrógeno liviano"  $\text{H}_2$  mantenido en contacto con vapor de agua a una cierta temperatura  $t$ .

La experiencia indica que en esas condiciones el proceso fisicoquímico observable depende de la composición isotópica del agua inicial.

Según sea el porcentaje de  $D$  del elemento hidrógeno en el vapor de agua puede ocurrir que el gas hidrógeno liviano inicial esté en equilibrio con esa agua o reciba deuterio de ésta. Una situación análoga se presenta si se sustituye  $\text{H}_2$  por  $\text{D}_2$ .

Asimismo en ciertas condiciones una solución gaseosa inicialmente formada por  $\text{H}_2$  y  $\text{D}_2$  contiene después de un cierto tiempo la sustancia de fórmula  $\text{HD}$ .

Resultará entonces natural decir que ha ocurrido el proceso químico cuya ecuación química es la siguiente:



Tal reacción en lenguaje molecular puede describirse diciendo que por cada molécula de  $\text{H}_2$  que desaparece tiene lugar la desaparición de 1 molécula de  $\text{D}_2$  y la aparición de 2 moléculas de  $\text{HD}$ .

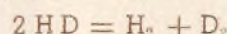
La molécula  $\text{HD}$  está formada por un átomo de protio  $\text{H}$  y un átomo de  $\text{D}$ . Por lo tanto puede hacerse una descripción de lo anterior, diciendo que entre sendas moléculas de  $\text{H}_2$  y  $\text{D}_2$  ocu-



re intercambio del elemento hidrógeno. La molécula  $H_2$  cede un átomo de protio H y recibe uno de deuterio D. La molécula de  $D_2$  cede un átomo de deuterio y recibe un átomo de protio H. En ambos casos se produce la molécula mixta HD formada por sólo un elemento, pero con dos isótopos.

Apropiadamente, pues, ese proceso puede llamarse **intercambio isotópico de hidrógeno**.

Debe tenerse en cuenta que a partir de las moléculas mixtas HD pueden obtenerse moléculas simples  $H_2$  y  $D_2$ , o sea que puede formularse la ecuación química:



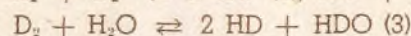
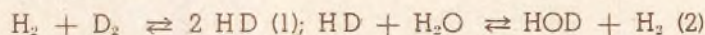
Por lo tanto, ello significa que en todo sistema que inicialmente contenga HD, o bien  $H_2$  y  $D_2$ , se alcanza finalmente un estado de equilibrio representado por la ecuación:



Puede comprenderse ahora que si en ciertas condiciones de un sistema gaseoso inicialmente constituido con hidrógeno liviano  $H_2$  y vapor de agua cuyo elemento hidrógeno tiene un porcentaje de D igual a  $\omega_1$ , se obtiene un sistema final formado por  $H_2$ ,  $D_2$ , HD y agua de porcentaje de D en su elemento hidrógeno igual a  $\omega_2$ , si  $\omega_2 < \omega_1$  debe decirse que ha ocurrido una cesión de deuterio D del agua al gas hidrógeno. O sea ha ocurrido un intercambio isotópico de hidrógeno entre gas hidrógeno y agua.

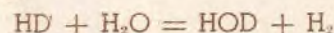
Una descripción enteramente rigurosa de ese intercambio debe tomar en cuenta que el sistema final contiene seis clases de moléculas  $H_2$ , HD,  $D_2$ ,  $H_2O$ , HD O y  $D_2O$ . Por ello el balance del intercambio exige la formulación de más de una ecuación química.

He aquí la lista de ecuaciones posibles entre esas seis clases de moléculas:



Experimentalmente, se verifica que con hidrógeno y agua, ambos de bajo porcentaje de deuterio en su elemento hidrógeno, la reacción (2) es la que tiene interés casi exclusivo, o sea que se pueden despreciar las otras dos reacciones.

Consideremos, pues, la reacción de intercambio de D entre hidrógeno y agua:



La constante de equilibrio está dada por la expresión:

$$K = \frac{C_{HOD} \cdot C_{H_2}}{C_{H_2O} \cdot C_{HD}} = \frac{C_{HOD} \cdot n_{HOD}}{C_{H_2O} \cdot n_{H_2O}} = \frac{C_{HOD} \cdot n_{HOD}}{C_{HD} \cdot n_{HD}} = \frac{C_{HOD} \cdot n_{HOD}}{C_{H_2} \cdot n_{H_2}}$$

Con C y n se indican concentración molar y número de moles. Como un mol de cualquier sustancia contiene el mismo número de moléculas (número de Avogadro), igualdad de número de moles significa igualdad de número de moléculas. Entonces:

$$\frac{n_{HOD}}{n_{H_2O}} = \frac{n'_{HOD}}{n'_{H_2O}} = \frac{\frac{n'_{HOD}}{n'_{HOD} + n'_{H_2O}}}{\frac{n'_{H_2O}}{n'_{H_2O} + n'_{H_2O}}} = \left( \frac{X_D}{X_H} \right)_{\text{agua}}$$

donde con n' se indican número de moléculas.  $X_D$  y  $X_H$  son, respectivamente, los títulos de deuterio y de protio del agua.

$X_D$  y  $X_H$  se llaman **abundancias** de D y H, respectivamente, en el agua.

Análogamente:

$$\frac{n_{HD}}{n_{H_2}} = \frac{n'_{HD}}{n'_{H_2}} = \frac{\frac{n'_{HD}}{n'_{HD} + n'_{H_2}}}{\frac{n'_{H_2}}{n'_{DH} + n'_{H_2}}} = \left( \frac{X_D}{X_H} \right)_{\text{hidrógeno}}$$

Aquí,  $X_D$  y  $X_H$  son, respectivamente, las abundancias de D y H en el hidrógeno.

Como por definición  $X_D + X_H = 1$ , resulta:

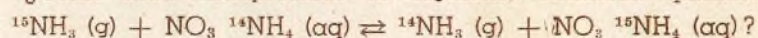
$$K = \frac{\left( \frac{X_D}{1 - X_D} \right)_{\text{agua}}}{\left( \frac{X_D}{1 - X_D} \right)_{\text{hidrógeno}}}$$

El cociente  $\frac{X_D}{X_H} = \frac{X_D}{1 - X_D}$  se llama **razón isotópica o abundancia relativa de los isótopos D y H**. Designando con r tal cociente resulta:

$$K = \frac{r_{\text{agua}}}{r_{\text{hidrógeno}}}$$

Estamos ahora en condiciones de tratar otros intercambios de isótopos.

¿Cómo debe interpretarse la siguiente ecuación química:



En primer término, el par de flechas  $\rightleftharpoons$  indica que se trata de un proceso que puede ocurrir en direcciones opuestas según las condiciones experimentales, y que conduce a estados de equilibrio entre esas cuatro sustancias.

Si advertimos que el sistema en que puede observarse el proceso considerado se halla formado constantemente por gas amoníaco y solución acuosa de nitrato de amonio, entonces resulta fácil percatarse que el proceso químico considerado es el intercambio del isótopo de número de masa 15 del elemento nitrógeno ( $^{15}\text{N}$ ) entre amoníaco y nitrato de amonio.

Asimismo podría describirse la modificación química como el intercambio de  $^{14}\text{N}$  entre amoníaco y nitrato de amonio. Por lo tanto ambas descripciones pueden reunirse en la afirmación siguiente:

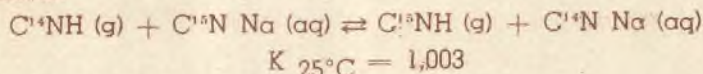
El proceso considerado es un variación de las abundancias relativas  $^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$  del amoníaco y del nitrato de amonio.

La constante de equilibrio se formula así:

$$K = \frac{n^{14}\text{NH}_3 \cdot n_{\text{NO}_3^{15}\text{NH}_4}}{n^{15}\text{NH}_3 \cdot n_{\text{NO}_3^{14}\text{NH}_4}} = \frac{\left( \frac{X^{15}\text{N}}{X^{14}\text{N}} \right)_{\text{NO}_3\text{NH}_4} \cdot r_{\text{NO}_3\text{NH}_4}}{\left( \frac{X^{15}\text{N}}{X^{14}\text{N}} \right)_{\text{NH}_3} \cdot r_{\text{NH}_3}}$$

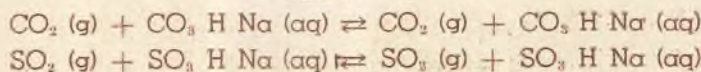
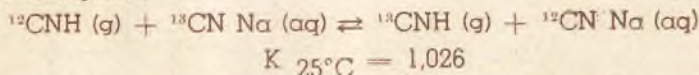
El valor experimental de K a  $t = 25^\circ\text{C}$  es  $1,034 \pm 0,002$ . Tal resultado puede comentarse diciendo que como efecto de esa reacción de intercambio se obtiene nitrato de amonio en solución acuosa que se halla 1,034 veces relativamente más rico en  $^{15}\text{N}$  que el gas amoníaco en equilibrio. Es decir, ese proceso de intercambio conduce a un enriquecimiento del nitrato de amonio en su contenido de  $^{15}\text{N}$ , o sea a un aumento de su abundancia relativa  $^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$ .

Resultará ahora fácil interpretar la ecuación química siguiente:



Se trata del intercambio de  $^{14}N$  entre gas cianuro de hidrógeno CNH y solución acuosa de cianuro de sodio CN Na. El valor  $K > 1$  indica que el gas obtenido es relativamente más rico en  $^{14}N$  que el cianuro de sodio de la solución acuosa.

He aquí algunas ecuaciones correspondientes a intercambios isotópicos:



Puede advertirse que los últimos cuatro intercambios isotópicos tienen de común la circunstancia de establecerse mediante un gas y una solución.

De acuerdo con esas ecuaciones químicas los gases involucrados son CNH (2 casos),  $CO_2$  y  $SO_2$ , y las correspondientes soluciones acuosas tienen como soluto, respectivamente, cianuro de sodio CNNa, bicarbonato de sodio  $CO_3HNa$  y bisulfuro de sodio  $SO_3HNa$ .

Cada uno de esos gases constituye una **fase gaseosa** y las diferentes soluciones acuosas son **fases líquidas**. De aquí que podamos afirmar que las reacciones de intercambio que estamos considerando se realizan entre una fase gaseosa y otra líquida. Y también que el intercambio consiste en el pasaje de átomos de un determinado isótopo de una fase a la otra en contacto.

Esas reacciones de intercambio entre dos fases se realizan experimentalmente haciendo circular por una columna vertical, generalmente de vidrio, la solución líquida desde arriba hacia abajo y el gas en sentido opuesto, o sea de abajo hacia arriba.

En tal caso se habla de **circulación de fluidos a contracorriente** (gases y líquidos son fluidos).

Las condiciones óptimas de funcionamiento de una columna para intercambio isotópico con circulación de un gas y de una solución líquida a contracorriente son:

- Distribución de los isótopos involucrados en el intercambio entre las dos fases.
- Tiempo breve para el establecimiento del equilibrio.
- Constante de equilibrio correspondiente a ese intercambio diferente de la unidad, o sea  $K = 1$ .

Naturalmente, la realización en el laboratorio de estas reacciones de intercambio tiene algunas otras exigencias que no trataremos aquí.

Para el lector interesado en la parte experimental será de utilidad consultar algunos trabajos de investigación al respecto, cuya lista figura en la bibliografía: ( $^{13}C$ ,  $^{12}C$ ) (2); ( $^{15}N$ ,  $^{14}N$ ) (3) y ( $^{34}S$ ,  $^{32}S$ ) (4).

**5º) Intercambio de D entre hidrógeno y agua.** — Este intercambio es de gran importancia práctica por fundamentar ciertos procedimientos para la producción de agua pesada. Al respecto se debe mencionar que es utilizada desde hace más de 10 años en Noruega y Estados Unidos de Norteamérica en plantas industriales productoras de agua pesada.

En un artículo anterior (1) indicamos que el agua ordinaria contiene 31 mg de deuterio por kilogramo de agua. Ello significa abundancia isotópica  $X_D = 0,000155$ , y abundancia relativa

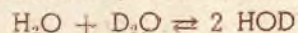
$$\frac{X_D}{X_H} = 0,00014.$$

Se demuestra que el deuterio está casi íntegramente al estado de hidróxido de deuterio HOD.

La interpretación molecular de la fórmula HOD es la siguiente:

Las moléculas de hidróxido de deuterio se hallan formadas por un átomo de oxígeno O, 1 átomo de protio H y 1 átomo de deuterio D.

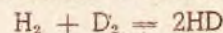
Cuando se constituye una solución de óxido de protio  $H_2O$  ("agua liviana") y óxido de deuterio  $D_2O$  ("agua pesada"), aparece hidróxido de deuterio HOD debido a que se establece el equilibrio químico indicado por la siguiente ecuación:



En soluciones acuosas cuya abundancia de deuterio es menor que 0,1, el deuterio está casi totalmente formado por moléculas de hidróxido de deuterio. A los fines prácticos, entonces, cualquier solución acuosa, cuya abundancia isotópica de deuterio sea inferior al 10%, puede tratarse como formada exclusivamente por moléculas de  $H_2O$  y HOD.

El gas hidrógeno obtenido por electrólisis de soluciones acuosas tiene una abundancia isotópica de deuterio 4 a 10 veces menor que la correspondiente del agua ordinaria. Su valor depende de las condiciones electroquímicas de preparación.

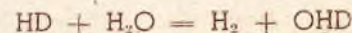
Como mencionamos en 4º) toda solución gaseosa de  $H_2$  y  $D_2$  contiene después de un tiempo la sustancia hidruro de deuterio HD producida según indica la ecuación siguiente:



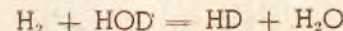
Utilizando el dato de la constante de equilibrio puede calcularse que para abundancia isotópica de D inferior a 0,1 puede desprejarse la concentración de moléculas de  $D_2$  respecto a la de HD. O sea que entonces el deuterio se puede considerar como si se hallara casi totalmente al estado de hidruro de deuterio.

Estas consideraciones simplifican el tratamiento del intercambio de D entre hidrógeno y agua. De aquí, que de ahora en adelante nos ocupemos exclusivamente de sistemas donde el deuterio se halla como HD o HOD, según se trate de hidrógeno o agua.

Si se constituye un sistema gaseoso formado por hidrógeno y agua, y se lo mantiene a la temperatura  $t$ , puede ocurrir el proceso:



o bien su opuesto



En el primer caso el agua se enriquece en deuterio; en el otro, el agua se empobrece en el isótopo D.

La ocurrencia de uno u otro proceso depende de la temperatura y de las abundancias isotópicas iniciales de deuterio del hidrógeno y del agua.

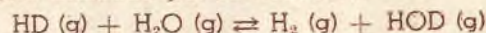
Si se prolongan las observaciones de composición del sistema puede observarse el estado de equilibrio. Entonces la composición se mantiene constante a tiempos sucesivos.

La experiencia indica que el tiempo necesario para alcanzar el estado de equilibrio se reduce muy apreciablemente cuando el sistema se halla en contacto con ciertos cuerpos. Tales cuerpos que no son afectados químicamente por la reacción que ocurre en su contacto se llaman **catalizadores**.

Para la reacción que estamos considerando actúan como catalizadores diversos metales finamente divididos (platino, níquel, hierro) y dispersos en un soporte poroso (tierra de infusorios, carbón, etc.).

El catalizador más eficiente es el platino finamente disperso en granos de carbón especial de unos 2 milímetros de diámetro medio.

El equilibrio indicado por la ecuación:



ha sido cuidadosamente estudiado a diversas temperaturas (5,6).

Es muy interesante mencionar que es posible efectuar el cálculo "teórico" de la constante de equilibrio  $K$ . Para ello se necesitan conocer los valores de ciertas propiedades mecánicas de las moléculas involucradas en el equilibrio. Y tales propiedades pueden obtenerse utilizando datos de sus espec-

tros. El procedimiento teórico de cálculo de  $K$  se debe a la Termodinámica estadística.

A título ilustrativo, se dan en la tabla adjunta los valores experimentales más probables  $K_e$ , así como los valores calculados teóricamente  $K_t$ , diversas temperaturas:

t (en °C)	$K_e$	$K_t$
51	3,04 ± 0,06	3,04
59	2,84 ± 0,06	2,94
64	2,77 ± 0,06	2,87
74	2,81 ± 0,05	2,78
77,5	2,79 ± 0,05	2,74
79,4	2,72 ± 0,05	2,72
89,5	2,65 ± 0,05	2,64
97	2,54 ± 0,05	2,57
109	2,48 ± 0,05	2,48
118,5	2,46 ± 0,05	2,41
134	2,30 ± 0,05	2,30
148,4	2,24 ± 0,05	2,23
168	2,15 ± 0,04	2,12
186,5	2,08 ± 0,04	2,04
202	1,99 ± 0,04	1,98
219	1,95 ± 0,04	1,92
251	1,85 ± 0,04	1,82
280	1,73 ± 0,04	1,74
315	1,60 ± 0,04	1,66
357	1,55 ± 0,04	1,59
398	1,52 ± 0,04	1,52
445	1,45 ± 0,03	1,45
497	1,39 ± 0,03	1,39

La tabla muestra claramente que entre 50 y 500°C es  $K > 1$ , o sea abundancia isotópica relativa del deuterio en el agua mayor que la del hidrógeno que se halla en equilibrio.

Además, la constante de equilibrio disminuye cuando la temperatura aumenta. Ambos resultados son de utilización como base de los procedimientos para el enriquecimiento del agua en deuterio como analizaremos a continuación.

Dado que  $K$  tiene valores comprendidos entre 3 y 2 en el intervalo (50°C y 200°C) se comprende que poniendo en contacto hidrógeno y agua de abundancias isotópicas aproximadamente iguales, el sistema va a evolucionar en el sentido indicado por la ecuación:



o sea que el hidrógeno cederá D al agua.

Tal es el resultado previsible a sabiendas que en el estado de equilibrio el agua es dos o tres veces relativamente más rica en deuterio que el hidrógeno. De aquí que en esas condiciones pueda utilizarse esa reacción de intercambio para producir el enriquecimiento del agua en deuterio.

Veamos ahora cómo se puede aprovechar la variación de la constante de equilibrio con la temperatura.

Si de un sistema inicial que contiene agua normal e hidrógeno enriquecido se obtiene un estado de equilibrio a la temperatura  $t = 51^\circ\text{C}$ , resulta hidrógeno 3,04 veces más pobre en deuterio que el agua en equilibrio (ver tabla).

Si este gas hidrógeno se pone en contacto con agua normal a temperatura mayor de 300°C se producirá una cesión de D del agua al hidrógeno. Tal es el resultado experimental y el deducible de la consideración del valor de  $K$  a la temperatura en cuestión.

El hidrógeno así obtenido si se pone en contacto con agua normal a  $t = 51^\circ\text{C}$ , cederá deuterio al agua hasta alcanzar el estado de equilibrio. Por lo tanto, si se imagina un conjunto de operaciones cíclicas mediante las cuales se agregue agua normal a 2 recintos mantenidos a  $t = 51^\circ\text{C}$  y  $t > 300^\circ\text{C}$ , respec-

tivamente, será posible hacer circular hidrógeno de manera tal que éste se enriquezca a  $t > 300^\circ\text{C}$  y se empobrezca a  $t = 51^\circ\text{C}$  en deuterio.

El resultado de este ciclo a 2 temperaturas es la obtención de agua enriquecida en D ("agua rica") a la temperatura  $t = 51^\circ\text{C}$  y agua empobrecida en D ("agua pobre") a la temperatura  $t > 300^\circ\text{C}$ .

Es decir, el efecto neto de ese ciclo es el transporte de D del agua de la alta temperatura ( $t > 300^\circ\text{C}$ ) a la baja temperatura ( $t = 51^\circ\text{C}$ ) mediante el gas hidrógeno.

El gas hidrógeno actúa, pues, como transportador de deuterio.

De esta manera puede obtenerse agua enriquecida en D.

Este procedimiento es el fundamento del método industrial para la producción de agua pesada según una patente italiana muy reciente.

**6º) Enriquecimiento y pureza isotópica.** — Ahora es necesario afirmar de manera explícita:

**Una operación de intercambio isotópico de un elemento no origina ese "elemento puro", o sea con sólo uno de sus isótopos.**

En el caso particular que estamos considerando se obtiene un sistema que contiene los dos isótopos estables del elemento hidrógeno. Más aún, puede afirmarse que únicamente en el caso del elemento hidrógeno ha sido posible obtener cantidades apreciables de sustancias hidrogenadas que contienen sólo un isótopo.

En el caso de otros elementos estudiados (carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre) sólo excepcionalmente se han preparado muy pequeñas cantidades de compuestos con sólo una clase de isótopos del elemento especial.

Habitualmente los procedimientos de intercambio químico sólo producen compuestos relativamente ricos en un determinado isótopo, o sea con abundancia isotópica relativa mayor que la normal. Por eso en todos los casos al realizarse estudios diversos en el campo de la Química Física de isótopos es objeto de preferente consideración el conocimiento de la composición isotópica de una sustancia y las técnicas de análisis.

Dado que el producto de un enriquecimiento isotópico puede constituir la materia prima para otra operación de intercambio, se puede suponer posible multiplicar aquel efecto. Y así es; una serie de procesos sucesivos permiten obtener enriquecimientos apreciables.

El estudio de las condiciones óptimas para realizar tal multiplicación de efectos parciales constituye el objeto de un tratamiento teórico sumamente elaborado: "La teoría de las cascadas".

## BIBLIOGRAFIA

1. PUENTE H. A., *México Atómico*, N° 16, 71-(1954).
2. a) UREY H. C. y GREIFF L. S. J. *Am. Chem. Soc.* **57**, 321-(1935).  
b) ROBERTS I., THODE H. G. y UREY H. C., *J. Chem. Physics* **7**, 137-(1939).  
c) COHEN K., *J. Chem. Physics* **8**, 588-(1940).  
d) HUTCHINSON C. A., STEWART D. W. y UREY H. C., *J. Chem. Physics* **8**, 532-(1940).  
e) REID A. F. y UREY H. C., *J. Chem. Physics* **11**, 403-(1943).  
f) BECKER E. W. y BIER K., *Z für Naturforschung* **7**, 651-668-(1952).
3. a) THODE H. G. y UREY H. C., *J. Chem. Physics* **7**, 34-(1939).  
b) SUGIMOTO A., NAKANE R. y WATANABE I., *Bull. Chem. Soc. Japan* **24**, 153-(1951).  
c) TAYLOR T. I. y SPINDEL W. J. *J. Chem. Physics* **16**, 635-(1948).
4. a) STEWART D. W. y COHEN K., *J. Chem. Physics* **8**, 904-(1940).  
b) THODE H. G., GRAHAM R. L. y ZIEGLER J. A., *Can. J. Research (B)* **23**, 40-47-(1945).  
c) NORTH E. D. y WHITE R. R., *Ind. Eng. Chem.* **43**, 2390-(1951).
5. Suess H. E., *Z für Naturforschung* **4**, 328-(1949).
6. CERRAI E., MARCHETTI C., RENZONI R., ROSEO L., SILVESTRI M. y VILLANI S. Trabajo del Laboratorio C. I. S. E. de Milán (Italia), presentado en la Conferencia de Ingeniería nuclear realizada en junio 1954 en Ann Arbor, Michigan (Estados Unidos de América).

**E**N 1943 comenzó la construcción de las plantas destinadas al procesamiento del plutonio requerido para el proyecto de la bomba atómica. Estas plantas fueron diseñadas directamente en sus dimensiones definitivas en base a datos que fueron obtenidos a partir de una cantidad casi invisible de plutonio. Las técnicas que lo hicieron posible constituyen el dominio de la ultramicroquímica.

La ultramicroquímica es una evolución de la microquímica, pero trabaja con cantidades muchísimo menores de material, y emplea métodos enormemente más refinados. Las cantidades del material que se emplea son del orden del millonésimo de las usadas en las técnicas convencionales; la unidad de peso con que se las mide es el microgramo, o sea el millonésimo de gramo. Los objetivos de la ultramicroquímica son, no obstante, los mismos que los de las técnicas convencionales: pesar, medir volúmenes, determinar concentraciones, investigar comportamientos químicos y físicos. La diferencia básica está en las técnicas empleadas, que suelen diferir en forma fundamental de las clásicas.

La ultramicroquímica tomó gran impulso como consecuencia del proyecto de la bomba atómica, pero sus orígenes son anteriores y ajenos a éste. Sus principales precursores fueron P. L. Kirk y R. Craig en la Universidad de California, A. A. Benedetti-Pichler en el Queens College de N. York, K. U. Linderstrom-Lang en los laboratorios de Karlsberg en Dinamarca, P. F. Scholander en el Swarthmore College y E. J. Conway en la Universidad de Dublin. Buena parte de los primeros trabajos se relacionan con el desarrollo de material volumétrico, originando soluciones muy ingeniosas. Los volúmenes de líquido a medir son de un orden inferior a la centésima de mililitro y los métodos para lograrlo deben complementarse con las técnicas necesarias para realizar operaciones químicas con dichos volúmenes.

El método más inmediato para la medición de volúmenes es el empleo de material convencional en escala reducida, prácticamente usando tubos capilares. El error en el volumen leído en estas condiciones está dado por el producto del área del menisco por el error en la altura de éste. Con los mejores equipos disponibles, la medición de la altura del menisco está afectada por un error de 0,1 mm. Si se desea medir un microlitro con un error que no exceda de 0,5%, el diámetro del tubo en el que se lee el menisco no debe exceder de 0,2 mm. Con diámetros de este orden, las irregularidades en las paredes del capilar pueden producir grandes errores en la medida del volumen. El aforo de estos tubos se hace generalmente pesándolos vacíos y con mercurio. Otra fuente de error con este tipo de material aparece cuando se hace necesario el transvase del líquido que contienen, porque una parte muy considerable y variable de éste queda adherida a las paredes. Esto puede evitarse, sin embargo, impermeabilizando las paredes de los tubos.

El segundo método para medir volúmenes, es el desarrollado originalmente por Scholander. El líquido cuyo volumen se ha de medir, llena totalmente un recipiente con salida en forma de capilar. Dicho recipiente recibe, además, a través de una junta adecuada, un pistón de plástico o de metal de forma perfectamente cilíndrica. Este pistón es introducido por un dispositivo, tal como puede serlo un tornillo micrométrico, que permite medir su avance con gran precisión. Al penetrar el pistón en el recipiente, desplaza al líquido de éste a través del capilar, o cuya salida se recoge la cantidad que se desea medir. El volumen emitido por el capilar se determina fácilmente por el diámetro conocido del pistón y por su desplazamiento dado por el tornillo micrométrico. Scholander, empleando pistones del diámetro de un alfiler, pudo llegar a una precisión de una diezmilésima de microlitro.

Una de las técnicas ultramicroquímicas más ingeniosas para medición de volúmenes, esta vez gaseosos, se debe a Lin-

# ULTRAMICROQUIMICA

Extractado de Scientific American (de Burris B. Cunningham)

derstrom-Lang. Su método se basa en el juguete conocido por "diablillo de Descartes". Una versión "casera" puede realizarse con la ayuda de un frasquito vacío colocado en el seno del agua contenida en un frasco de boca ancha. El frasquito se lastra convenientemente para que flote boca abajo, casi totalmente sumergido.

La boca del recipiente mayor se cierra herméticamente con una membrana de goma. Si se comprime ahora dicha membrana, la presión del aire en el frasco hará que penetre agua en el frasquito, aumentando su densidad aparente y haciéndolo sumergir en el seno del líquido. Si se afloja la membrana, el frasquito volverá a subir. Para un cierto volumen y presión del gas, el frasquito queda sumergido en el seno del líquido y cualquier cambio que se produzca en la presión del gas puede medirse por el cambio que hay que comunicar a la presión externa para reintegrarlo a su posición primitiva. El dispositivo de Linderstrom-Lang reemplaza al frasquito por un flotante muy pequeño, en cuya cámara se producen las reacciones en estudio. Los cambios de volumen o presión gaseosa que se producen en esta cámara escapan a los métodos usuales de medición, pero son fácilmente determinables a través de los cambios de presión externa necesarios para desplazar al flotante a su posición original. Este método ha permitido, entre otros, seguir el metabolismo gaseoso de pequeños trozos de materia viva.

Cuando una reacción en fase líquida produce cambios en la densidad de éste, se la puede seguir por otra técnica de flotación, también debida a Linderstrom-Lang. Para ello se superponen en una probeta dos líquidos orgánicos de distinta densidad, inmiscibles con el agua, pero miscibles entre sí. La superposición se realiza en forma tal de que entre ambos líquidos quede una zona mixta con un gradiente de densidad. A continuación se introduce una gotita de la solución en estudio, cuya densidad debe ser intermedia entre la de los líquidos de la probeta. La gota descenderá en el seno del líquido menos denso, hasta llegar a un nivel que tenga su densidad, en la zona del gradiente. Cualquier alteración en la densidad de la gota tal como puede causar una reacción química en su seno, la hará subir o bajar, permitiendo así seguir el curso de la reacción. El método anterior es una forma indirecta para pesar pequeñas cantidades de líquido. Veremos ahora los métodos directos para las pesadas en escala ultramicroquímica. La primera balanza capaz de operar con microgramos fue construida a principios de siglo por B. D. Steele y K. Grant. Estaba realizada íntegramente en cuarzo, material que aún sigue siendo de uso casi universal para construcción de microbalanzas. La cruz estaba constituida por filamentos de cuarzo soldados, apoyada sobre una cuchilla de cuarzo que oscilaba sobre una planchita de cuarzo pulido. Con esta balanza pudo Ramsay pesar menos de 0,1 ml. de radón y determinar su peso atómico, confirmando las teorías de Rutherford sobre la desintegración radiactiva. El inconveniente más grave del tipo descrito de balanza, era el de quedar inutilizada por cualquier partícula de polvo de la cuchilla, dada la finura extrema de ésta. H. Petterson obvió este inconveniente reemplazando la cuchilla por un eje sostenido por filamentos de cuarzo. La precisión de su balanza era de 5 diezmilésimas de microgramo. Aun así no bastó para los fines del autor, quien quería medir el aumento de peso de un cuerpo al calentarse, de acuerdo con la expresión de Einstein  $E = mc^2$ .

Las balanzas modernas difieren de las descriptas. Las investigaciones relativas al  $P_{11}$  se realizaron con modificaciones de una balanza diseñada por E. Salviati. Consiste simplemente en una fibra de cuarzo, poco más gruesa que un cabello, dispuesta horizontalmente y provista de un gancho en un extremo. Al poner cargas en el extremo libre, la fibra flexiona, y la desviación, leída con ayuda de un microscopio, permite deter-

(Continúa en la pág. 78)

**E**L tratado suscrito con los Estados Unidos de América sobre cooperación en la aplicación pacífica de la energía nuclear ha colocado a nuestro país en un pie de igualdad con las potencias que signaron tratados análogos con aquella Nación, lo cual implica el reconocimiento de los serios adelantos que la Argentina ha realizado en el campo atómico, como así también la capacidad de los propios científicos que los han impulsado.

La Comisión Nacional de la Energía Atómica, probablemente una de las más jóvenes del mundo, ha venido realizando una milicia científica de verdaderas

vigilias, para forzar su avance hasta colocarla en el acelerado ritmo con que progresa tan elevada rama del saber humano, y sus especulaciones, gracias al tratado aludido, se verán ahora facilitadas en manera tal, que cabe esperar con fundamento obras de vuelo que recompensarán, como es merecido, los conceptos elogiosos dispensados a nuestros estudiosos que trabajan en la energía atómica.

## ATOMOS PARA LA PAZ

# ARGENTINA Y ESTADOS UNIDOS SUSCRIBIERON UN ACUERDO

## INCORPORASE AL PAIS UNA BIBLIOTECA ATOMISTICA

**S**IEMPRE que en nuestro país se habló de los estudios que se realizan en el campo de la ciencia nuclear por la Comisión Nacional de la Energía Nuclear, nunca dejó de señalarse de una manera especial que los mismos estaban dirigidos a la utilización pacífica del átomo. Los esfuerzos que se llevan cumplidos acerca del modernísimo tema se dirigen a colocar ese potencial al servicio del hombre, para resolver parte de sus problemas y acelerar las conquistas de bienestar que ella le reportará. Es la Argentina uno de los pocos países que, con una reiteración que informa acabadamente sobre la elevada mira de sus ambiciones científicas, se ha entregado a tan altas especulaciones con las intenciones puestas en objetivos de paz y de felicidad.

Lo cumplido hasta la fecha, en cuanto a dichos estudios se refiere, se estima altamente satisfactorio, y ha puesto de relieve al mismo tiempo los grandes méritos que para la consecución de tales propósitos poseen nuestros científicos.

Los trabajos que sobre energía nuclear viene cumpliendo la Comisión Nacional de la Energía Atómica recibirán ahora una cooperación de inquestionable valor para acelerarlos con la donación que acaba de hacer el gobierno de los Estados Unidos de América de una abundante bibliografía referente al uso pacífico de la energía nuclear. En efecto, la Unión está entregando a naciones amigas las conclusiones de sus experiencias, publicadas en diversas épocas, y nuestro país recibirá,

como consecuencia de esa decisión, una importante biblioteca formada por más de 6.500 informes técnicos, 1.625 de los cuales serán entregados en las ediciones de tamaño normal. El resto, o sea 4.900, se halla en microfotografías, mediante las cuales se reduce enormemente el espacio que ocuparía esa biblioteca, facilitando, en consecuencia, su conservación.

El acto de entrega simbólica de la donación cumplióse hace poco con asistencia del Ministro de Relaciones Exteriores de nuestro país y del embajador de los Estados Unidos de

gó el señor Nufer— representa, a mi manera de ver, un eslabón más en las relaciones de cooperación amistosa que existe entre el pueblo argentino y el pueblo norteamericano, y es alentador pensar que con esta clase de cooperación todos los pueblos del mundo pueden llegar a una era de grandes conquistas humanitarias".

En otra parte del discurso pronunciado por el nombrado representante diplomático, aludió a palabras del presidente

(Continúa en la pág. 96)



*Izquierda: parte del enorme material informativo sobre energía atómica, al ser embalada para despacharlo a nuestro país. Derecha: Más de 6.000 informes, muchos en microfotografía, integran el envío.*

América acreditado ante nuestro gobierno, señor Albert Nufer, quien en tales circunstancias manifestó que dicha biblioteca "constituye un informe completo sobre el progreso en los usos pacíficos de la energía atómica y pone la piedra fundamental en el intercambio de publicaciones entre ambos países sobre esa materia. Este intercambio —agre-



(Continúa en la pág. 96)

No es del caso, a esta fecha, hacer mención amplia del acto realizado en Washington con motivo de la firma del aludido tratado, ni transcribir totalmente las palabras intercambiadas entre nuestro representante diplomático y los altos funcionarios estadounidenses presentes en el mismo, pero creemos conveniente repetir algunos de los conceptos pronunciados por aquéllos en tales circunstancias.

Luego que el Dr. Paz expresó su complacencia por la firma del tratado, el Secretario de Estado para los Asuntos Latinoamericanos, señor Henry Holland, dijo: "Quiero mencionar especialmente la impresión sumamente favorable que nos ha causado la pericia y la preparación de los planes ofrecidos por el gobierno argentino respecto a este proyecto. Dichos planes demuestran la gran preparación e inteligencia de los científicos argentinos que han intervenido en su elaboración."

Agregó el señor Holland, al expresar sus felicitaciones al embajador doctor Paz: "El tratado suscrito marca un paso más en lo que felizmente se ha demostrado como un largo camino de colaboración entre

## ULTRAMICROQUIMICA

(Continuación de la página 76)

minar pesos de acuerdo con una tabla de calibración. El mayor inconveniente de esta balanza es su poca capacidad.

El mejor tipo de ultramicrobalanza actual es el desarrollado por P. L. Kirk, R. Craig, J. E. Gullberg y R. Q. Boyer de la Universidad de California. Posee una cruz triangular construida con fibras de cuarzo, de unos 15 mg. de peso. Esta cruz está suspendida de una fibra de cuarzo fija en un extremo y susceptible de ser sometida a torsión en el otro. Esta torsión se registra en una escala graduada. La operación de pesada se realiza cargando la balanza, ocasionando una desviación de la cruz a partir de

su posición de carga cero. A continuación se somete a torsión el filamento de sostén de la cruz hasta volver ésta a su posición de reposo y se mide el ángulo de torsión. Con dicho ángulo y una tabla de calibración se obtiene la pesada requerida. Usando fibras de torsión con un espesor del orden del micrón y de unos 5 centímetros de largo, una escala graduada en minutos y un microscopio doble para registrar la posición de la cruz, es posible pesar con una precisión de una centésima de microgramo con la misma faci-

lidad que en las balanzas convencionales. La cruz es muy fuerte y soporta cargas de 25 mg. o sea 2.000.000 de veces superiores a la sensibilidad de la balanza. Todas estas microbalanzas deben estar contenidas en gabinetes especiales para evitar las corrientes de aire. Las piezas de cuarzo llevan un fino revestimiento de oro a fin de hacerlas conductoras y eliminar así los efectos electrostáticos.

Los dispositivos descriptos son sólo una pequeña parte de los que se emplean en ultramicroquímica.

La cromatografía sobre papel, espectroscopía en todas sus formas, los análisis amperométricos son todos adaptables para trabajar con cantidades mínimas de material.

No significa ello que en la actualidad esté resuelto todo lo referente a técnicas ultramicroquímicas. No existen, por ejemplo, calorímetros capaces de detectar diezmilésimas de caloría y debe recurrirse a toda clase de métodos indirectos. Habrá que tener presente la limitación impuesta por la desproporción física entre el espesor de las ínfimas cantidades del material a manipular, la que constituirá un obstáculo real e inevitable.



## RADIACION DE ALTA... (Continuación de la página 50)

ducirse fácilmente mediante  $H_2O_2$ .)

Por esta razón Haissinsky ha sugerido que en las soluciones acuosas no se forman átomos H bajo la irradiación. Como el hidrógeno molecular frecuentemente se libera en los experimentos de irradiación, debe existir un camino para formar  $H_2$ , para el cual no se requieren átomos de hidrógeno como un intermediario, siendo correcta la suposición de Haissinsky.

Recientemente se han publicado experimentos que indican que en el caso de la irradiación  $\alpha$ , cuando los iones se forman uno cerca del otro, la cantidad de  $H_2$  formada es independiente de la naturaleza de la sustancia disuelta, tanto siendo de naturaleza

Naturalmente, esto concuerda perfectamente con la suposición de que en el líquido no están presentes átomos libres de hidrógeno. Por otra parte, en los experimentos en que ha sido irradiada una solución de DCOOH (ácido fórmico marcado con deuterio) con

rayos  $\gamma$ , se despidió una fracción gaseosa de hidrógeno, que consistía en un 65% de  $DH$  y un 35% de  $H_2$  (4).

Ello sugiere marcadamente una reacción entre los átomos de hidrógeno y las moléculas del ácido fórmico. La explicación puede ser que en el agua irradiada los átomos de hidrógeno se forman lentamente por unidades activadas que son capaces de reaccionar entre sí con la liberación de una molécula de  $H_2$ . En el caso de la irradiación  $\alpha$ , cuando la concentración local de los iones de  $H_2O^+$  es grande, puede prevalecer la formación de hidrógeno molecular, mientras que en caso de la irradiación en la que los iones  $H_2O^+$  se encuentran con mucho menor densidad, la mayoría de estos iones tendrían tiempo para formar un átomo H antes de encontrar una segunda unidad de su propio tipo.

Sería de gran importancia el hallazgo de sustancias que tuvieran para los organismos vivos un efecto protector contra la radiación similar al que

ya se conoce para las sustancias químicas. Esa preparación sería muy útil tanto para los fines defensivos en una guerra atómica como para mejorar las condiciones de un enfermo que sufra los efectos inherentes a un tratamiento terapéutico de rayos x.

Se ha observado que algunas sustancias como la cisteína  $HSCH_2CH(NH_2)COOH$  y el glutatión ( $C_{10}H_{17}N_3O_6S$ ) ejercen una evidente aunque no muy enérgica acción protectora sobre los seres vivientes. Esto ha sido interpretado como una protección de los grupos  $-SH$  de las sustancias agregadas.

Sin embargo, debe procederse con cautela al explicar esta clase de hechos, puesto que se conoce otra clase de protección completamente diferente. Cualquier influencia que retarde el metabolismo del organismo trata de aumentar la resistencia de los animales contra la radiación. Un ejemplo notable de este hecho es la protección de los animales mediante una disminución de su temperatura. Otro caso al margen, muy di-

fícil de juzgar, es la protección mediante la deficiencia de oxígeno. La disminución de la presión de oxígeno rebaja decididamente la sensibilidad a la radiación de muchos animales. Puede ser que esto se deba al hecho de que se forman menos radicales  $HO_2$  con la irradiación, pero puede también ser que el efecto se deba al retardamiento del proceso químico que mantiene la vida.

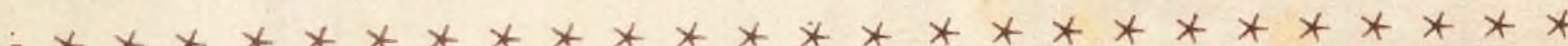
En oposición al caso de la protección de las sustancias químicas, que se comprende bastante bien, se necesitarán aún muchos experimentos nuevos y muchas ideas nuevas antes que lleguemos a una comprensión razonable de la protección de los seres vivientes contra la irradiación.

(1) Un electrón volt (1 eV) es la energía otorgada a un electrón si se le somete a un campo potencial de 1 volt. Un kilo electrón volt se expresa KeV, y un millón electrovolts MeV.

(2) Aunque deseamos estudiar los sistemas acuosos en este artículo, estamos obligados a usar los datos obtenidos en el aire, debido a que estos datos cuantitativos no son obtenibles como valores exactos.

(3) E. Saeland y L. Ehrenberg, Acta Chim. Scand, 6 1133 (1952).

(4) J. Hart, Journal of Physical Chemistry 56, 594/1952.



y bueno en sí mismo. También es un instrumento; es un instrumento para nuestros sucesores, quienes lo utilizarán para investigar en otras partes y más profundamente; es un instrumento para la tecnología, para las artes prácticas, para los asuntos humanos. Así es para nosotros como cientí-

ficos; así es para nosotros como hombres. Somos, al mismo tiempo, instrumento y fin, descubridores y maestros, actores y observadores. Entendemos, como esperamos que otros entiendan, que en esto existe una armonía entre el conocimiento científico, ese conocimiento general y especializado que es

## LAS CIENCIAS...

(Continuación de la página 23)

nuestro propósito alcanzar, y la comunidad humana. Nosotros también, como el resto de la humanidad, traemos una pequeña luz a la vasta e interminable oscuridad de la vida y el mundo del hombre. Para nosotros como para todos

los hombres, cambio y eternidad, especialización y unidad, instrumento y propósito final, comunidad y hombre como individuo, conceptos complementarios uno del otro, requieren y definen ambos nuestros lazos y nuestra libertad.

# CERCARIA CHASCOMUSI n. sp.

Por los doctores  
LOTHAR SZIDAT y  
MIGUEL F. SORIA  
(del Instituto Nacional  
de Investigaciones de  
las Ciencias Naturales  
y Museo Argentino de  
Ciencia Naturales "Ber-  
nardino Rivadavia").

EL 12 de abril, en el Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", bajo el auspicio de su Dirección General y como iniciación del ciclo anual de conferencias, tuvo lugar la disertación sobre el tema del epígrafe, a cargo de dos de sus investigadores del Departamento de Ciencias Zoológicas, los doctores Lothar Szidat (helmintólogo) y Miguel Fernando Soria (médico y zoólogo), en la que presentaron sus observaciones sobre la afección que desde hace varios años aqueja a la ciudad veraniega de Chascomús, particularmente exacerbada este verano.

Las características de su aparición, la intensidad de sus manifestaciones y una serie de conjeturas sobre su origen, en la que no se excluye el juego imaginativo de la población, dieron en llamar a esta afección, cutánea por excelencia y muy molesta, el "bicho colorado" por los vecinos chascomusenses. Como se produce en aguas de la laguna de Chascomús y quienes la sufren son los turistas o los pobladores que la frecuentan como bañistas, el incremento inusitado ocurrido durante este verano ha aparejado la preocupación de los habitantes y autoridades locales, quienes recurrieron al gobierno provincial a través de uno de sus ministerios (Ministerio de Asuntos Agrarios - Dirección de Promoción Económica Agraria), buscando solución al problema planteado.

Destacado un funcionario técnico de dicha Dirección provincial, en conocimiento de algunos estudios anteriores de los conferenciantes, relacionados con trastornos semejantes, requirió de los mismos su intervención en el caso de Chascomús, con las resultantes que se señalan en la conferencia pronunciada.

En primer término ocupó la tribuna el Dr. Szidat, quien abarcó el tema desde un punto de vista general parasitológico, apoyando sus opiniones sobre los trabajos extranjeros y dando a conocer que el agente causal de esta dermatitis de los bañistas de Chascomús se debe al estado larval evolucionado (cercaria) de un Trematode de aves, cuyo estado adulto presentó también como de muy probable conexión con el anterior. Así, denominó el estado larval *Cercaria chascomusi n. sp.*, en homenaje a la ciudad donde ocurriera su descubrimiento, presentando, además, el huésped intermediario —muy abundante en el lugar— como un caracol pequeño, al que calificó como *Littoridina australis*.

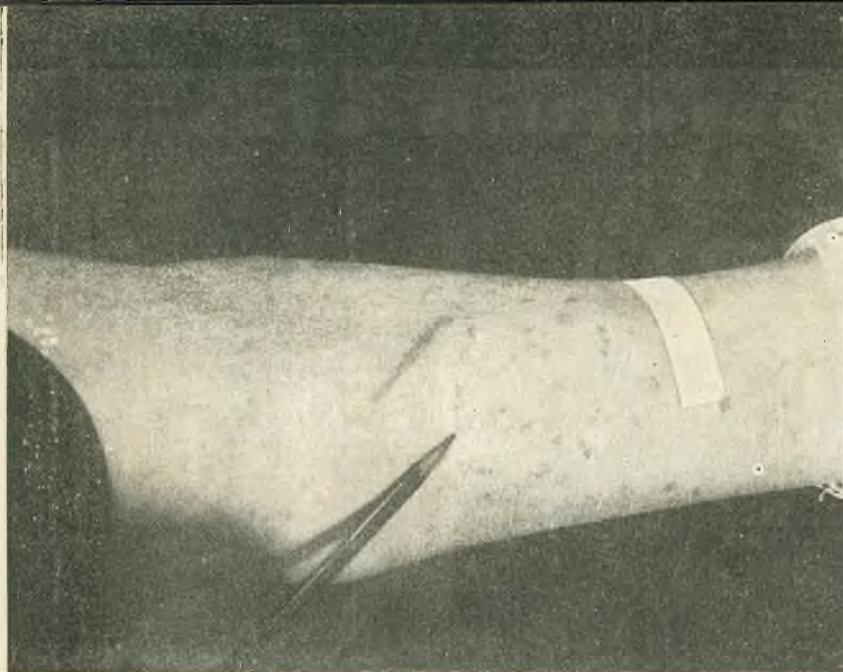
A continuación, el Dr. Soria se refirió a los estudios realizados, en un detalle cronológico, hasta llegar al corriente año, en que pudo reproducir por autoinfección en el medio natural de la laguna de Chascomús, la afección de que se trata. Presentó sus observaciones estableciendo similitud con las extranjeras y agregó algunas consideraciones clínicas del caso.



**T**ODOS nosotros conocemos desde nuestra niñez el ardor muy desagradable y el escozor que los pelos urticantes de una planta, *Urticadioica*, conocida vulgarmente como ortiga, producen sobre la piel humana. De acuerdo con el tipo de sensación se han llamado "urticariasis" a otras afecciones de la piel que producen fenómenos semejantes. Así, pues, aquellos que se han bañado en el Atlántico y se han aproximado imprudentemente a los tentáculos de medusas (aguas vivas), armadas con numerosos aparatos urticantes, pueden contar algo sobre tales fenómenos muy desagradables para sus placeres del verano.

Pero muy pocos saben que también se puede "pescar" una urticariasis semejante bañándose en agua dulce. Esta erupción cutánea muy molesta, llamada "Dermatitis de los nadadores", es conocida con seguridad desde hace tiempo, particularmente por los campesinos y pescadores que por su oficio deben trabajar a orillas del agua, aun cuando sin tenerla en cuenta, ya que no deja malas consecuencias. El hombre

Los doctores Lothar Szidat y Miguel Fernando Soria, durante la disertación en que revelaron sus hallazgos del agente provocador de la dermatitis schistosómica que ataca a los bañistas en las lagunas.



Pápulas pruriginosas en la piel de un atacado, que tardarán alrededor de tres semanas en desaparecer.

de ciudad, sin embargo, quien desde comienzos de siglo ha empezado a bañarse en cantidades cada vez mayores en el mar o aguas dulces de ríos, lagos y lagunas, se siente muy molesto por una perturbación de sus diversiones de vacaciones.

En un principio se creía que determinadas especies vegetales, en particular las algas del plancton, podrían originar tales fenómenos cutáneos por substancias tóxicas. Otros culpaban a pequeños crustáceos del plancton o insectos del agua de producir estas lesiones cutáneas de los bañistas, pero nadie pudo aportar la prueba de estas suposiciones. Así permaneció oscuro el origen de esta "Sarna del agua" o "Viruela de perro" hasta el año 1928.

En este año trabajaba el helmintólogo norteamericano Dr. W. W. Cort sobre ciertas cercarias de cola bifurcada, larvas de trematodes de menos de 1/2 mm. de longitud y de tal transparencia que no podían ser reconocidas a simple vista. Las había hallado en diversos caracoles de lagos norteamericanos. Manipulando en el agua que contenía numerosas de estas cercarias, experimentó un dolor intenso y punzante sobre la piel del antebrazo que había mojado en esta agua poblada de cercarias de cola bifurcada del tipo de **Cercaria Ocellata**.

La investigación mostró una lesión cutánea similar a las picaduras de pulga, que al segundo día se inflamó y finalmente originó un edema del antebrazo acompañado por fiebre.

Investigaciones ulteriores demostraron que las cercarias de cola bifurcada habían perforado la piel y morían allí, pero podían provocar por su presencia intensas inflamaciones. Estas inflamaciones se hacen más intensas, cuanto más frecuente se infesta la piel con estas larvas de trematodes, o sea, la piel de las personas que al principio en absoluto habían reaccionado al ataque, es sensibilizada por la repetición de la infección.

Por las investigaciones que siguieron en todo el mundo al trabajo de W. W. Cort, fué descubierta una serie completa de diversas especies de estas cercarias con ojos y de cola bifurcada. Sin embargo, no se supo a qué trematodes adultos pertenecían estas cercarias y cuáles podrían ser los verdaderos huéspedes definitivos de estos vermes.

Ya en el año 1929 uno de nosotros (Szidat) pudo aclarar el ciclo de desarrollo de una de estas cercarias de cola bifurcada y demostrar que pertenecía a una especie de trematode sanguíneo del género **Bilharziella**, de la familia **Schistosomidae** que vive en sangre de patos. El mismo penetra perforando la piel de su huésped definitivo para alcanzar de tal manera la circulación sanguínea de su huésped. Era evidente que aquellas cercarias de cola bifurcada, agentes de la **Dermatitis**, pertenecían también a las de trematodes sanguíneos de aves.

Ello resultó pronto de las investigaciones del parasitólogo francés E. Brumpt, quien crió de una de las cercarias más

desagradables, la **Cercaria ocellata** de la Val, una especie del género **Trichobilharzia** en la sangre de patos. Con ello se llegó a la comprobación de que el hombre es sólo un huésped ocasional para las cercarias, las que no se desarrollan en su cuerpo hasta la madurez sexual, y que si se excluyen las desagradables erupciones cutáneas, son completamente inofensivas.

En su undécima contribución sobre la **dermatitis schistosómica humana**, como llamó Cort a la erupción cutánea causada por estas cercarias, 1950, discutió la distribución mundial de cercarias de cola bifurcada del tipo "ocellata". En ella alude que en toda Sudamérica no ha sido señalada una dermatitis schistosómica, así como que tampoco ha sido descrita ninguna cercaria de este tipo.

Esta alusión de W. W. Cort indujo a uno de nosotros (Szidat) a publicar en 1951 sus observaciones en Argentina sobre **Cercarias schistosómicas y dermatitis schistosómica humana en la República Argentina**, al cual siguió una presentación popular del problema en "Mundo Atómico". Habían sido halladas por él tres diversas especies de cercarias de cola bifurcada del tipo "ocellata" (*Cercaria chilinae* primera *C. chilinae* segunda y *C. quequéni*), que eran nuevas para la ciencia y que podrían ser capaces de producir una dermatitis schistosómica del hombre. En dos especies distintas de patos (***Querquedula versicolor***, de Tapalqué, Prov. Buenos Aires, y ***Dafila spinicauda***, del Lago Pellegrini, Río Negro) fueron demostradas además dos especies del género **Trichobilharzia**, una prueba de que con seguridad existe en Argentina una dermatitis schistosómica del hombre.

A pesar de estas publicaciones ilustrativas, fué citado en los años siguientes sólo una vez un caso de dermatitis en bañistas de la Laguna Monte. Las investigaciones en busca de otros casos o de huéspedes intermediarios infectados quedaron sin éxito. Igualmente estériles fueron las investigaciones sobre una supuesta dermatitis en bañistas del arroyo Tapalqué en el año 1952.

Se sabía que casi todas las cercarias de cola bifurcada del tipo "ocellata" sólo pueden desarrollarse en caracoles pulmo-

nados de agua dulce. Recién en 1950 se conoció también una especie del mismo grupo, que se desarrolla en caracoles marinos (***Littorina planaxis***), en el Pacífico, sobre la costa de Méjico y California, y que produce una dermatitis schistosómica típica. Otras dos especies señalaron H. W. Stunkard y M. Winchcliffe, 1952, y finalmente H. Leigh, 1953, en caracoles marinos del Atlántico.

## LA DERMATITIS SCHISTOSÓMICA DE LA LAGUNA CHASCOMUS

En enero de 1955 nos informó el Prof. Dr. A. Guarrera que habían sido notadas en bañistas de la Laguna Chascomús unas intensas lesiones cutáneas, las que serían idénticas con las observadas antes como **Dermatitis schistosómica**. Resolvimos por ello visitar la laguna para poder aclarar perfectamente el caso.

La laguna de Chascomús representa, como la mayoría de las lagunas de la provincia de Buenos Aires, el resto de una transgresión del océano Atlántico, y contiene aún hoy agua más o menos salada y una fauna en parte de un carácter marino.

Está situada más o menos 130 km. al sudeste de la Capital Federal y tiene un largo de 9 kilómetros con un ancho mayor de 4 kilómetros. Su profundidad es de dos metros y medio.

Según los datos de Rafael Cordini, quien dedicó a ella en el año 1939 una monografía, es un lago del tipo eutrófico con el plancton enormemente desarrollado, en el cual predomina el zooplancton. La laguna es muy conocida por su rica fauna de pejerreyes y otros peces. Sobre la orilla del Noreste está situada la antigua ciudad de Chascomús, con sus 25.000 habitantes. Esta zona de la orilla fué consolidada en el año 1939 y al mismo tiempo se ha construido allí una costanera. Cerca de ésta se encuentran hoteles y las playas públicas instaladas por el Gobierno de la provincia de Buenos Aires.





Debido a su situación tan cercana a la Capital Federal, Chascomús se ha desarrollado en centro de turismo y especialmente sus playas son muy frecuentadas.

Casos esporádicos de dermatitis de los bañistas parecen ser conocidos desde hace mucho

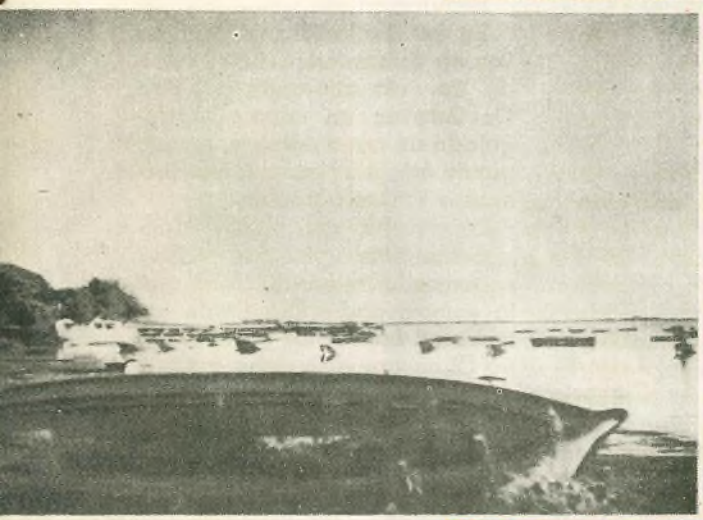
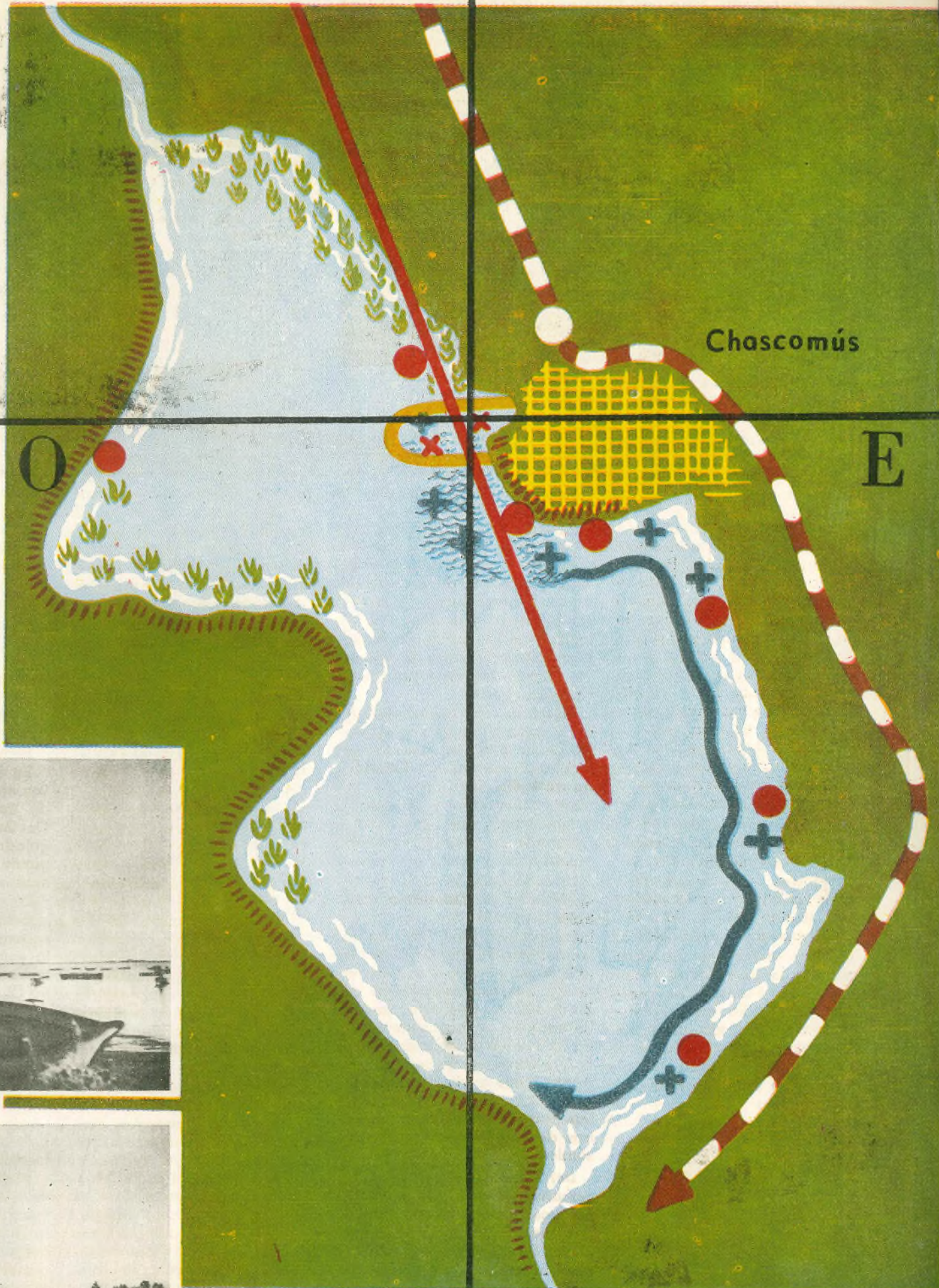


NW

N

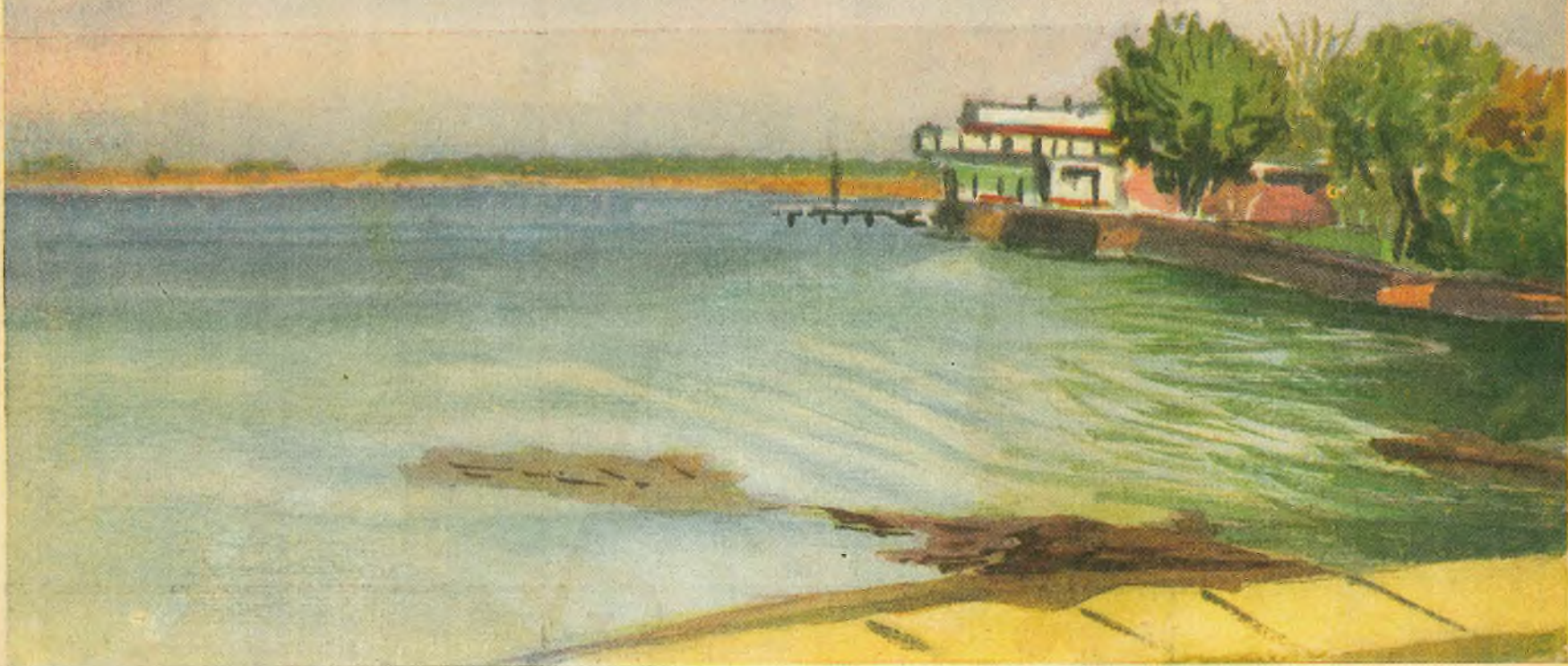
-  Sitios de colección con y sin caracoles.
-  Caracoles infestados.
-  Casos observados de dermatitis humana.
-  Dirección de la corriente de las aguas durante la acción del viento.

El balneario popular de la Laguna de Chascomús, donde en la temporada estival del corriente año se registraron, con inusitado incremento, innumerables casos de bañistas atacados de Dermatitis Schistosómica, especialmente en los días más calurosos y de escaso viento, que favorecen la presencia en el agua de la Cercaria Chascomusi. Abajo: otra zona de esa laguna, donde la quietud de las aguas y la abundancia de los caracoles que expiden las cercarias, son las más propicias para adquirir esta infección.



S

E



"Ribera Norte de la laguna Chascomús", acuarela del profesor doctor Lothar Szidat.

tiempo, y especialmente los pescadores conocen esta enfermedad hace decenios. Pero en el año corriente ha aumentado notablemente el número de los bañistas infectados, lo que ha dado motivo a una perturbación de los turistas y ha ocasionado graves perjuicios a la economía. Ello indujo al Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia, especialmente a la Dirección de Promoción Económica Agrario, y a su director, Dr. Ernesto Raúl Hernández, a encaminar la investigación de las causas de esta enfermedad.

Si la suposición fué correcta de que la mencionada enfermedad se trata de una dermatitis schistosómica verdadera en el sentido del Dr. W. W. Cort, observada en los Estados Unidos y en Europa, el agente causal tenía que ser una cercaria de cola bifurcada con manchas oculares. Por eso mi atención tenía que fijarse en la investigación de los moluscos existentes en la laguna.

Pero estas investigaciones no

hubieran sido posible sin el permiso concedido liberal y amablemente en la forma acostumbrada por el director general de nuestro Instituto, profesor Dr. Riggi. Por ello, a él, y también al Dr. Haedo Rossi, jefe del Departamento de Zoología, deseo expresar aquí mis sinceras gracias.

Pudieron ser coleccionadas de la laguna muchos ejemplares de la única especie de caracoles abundante allí, *Littoridina australis*. Este no es un caracol pulmonado y pertenece a un género que vive especialmente en aguas salobres o marinas.

La investigación de estos ejemplares de *Littoridina australis* demostró entre otras también una indudable cercaria de cola bifurcada del tipo "Ocellata", de modo que el porcentaje de la infección alcanzaría el 2 por 100. Ya que este caracol branquiado es muy abundante en la laguna de Chascomús y que a veces en un metro cuadrado pueden vivir cientos de ejemplares, **hasta este porcentaje para originar elevadas cifras de una Dermatitis schistosómica.**

Del estudio del material de cercarias resultó que se trata de una especie hasta ahora desconocida, denominada, por el Dr. Szidat, *Cercaria chascomusi n. sp.* Es menor que casi todas las otras especies originadas de caracoles pulmonados de agua dulce, algo mayor,

sin embargo, que la especie de agua marina, hallada por el Dr. Penner en *Littorina planaxis* del Pacífico, y más o menos tan grande como *Cercaria variglandis* del Atlántico.

En sus manifestaciones vitales se aleja la nueva especie de las ya conocidas. Posee una fototaxis comparativamente poco desarrollada, que la impulsa a la pared iluminada del recipiente de vidrio y en la laguna hacia la superficie del agua. No se fija, como la mayoría de las demás cercarias agentes de dermatitis, a la pared del reservorio con su ventosa ventral, sino que permanece libre en el agua cerca de la superficie flotando con su segmento cefálico colgando. Así tampoco se fija a la película superficial del agua como lo hace la especie descrita por Penner, del Pacífico. En ello semeja por su comportamiento a la *Cercaria ocellata* de Europa, agente causal de una dermatitis schistosómica muy fuerte.

En general se atribuye la fuerte reacción de la piel de las personas atacadas al contenido de las glándulas de penetración, con cuya ayuda las cercarias penetran en la piel. Parece muy singular que se suponga hasta ahora que las cercarias mismas son estériles desde el punto de vista de organismos infecciosos, por ejemplo bacterias y virus, introducidos con ellas.

He podido comprobar, sin

embargo, en mis investigaciones sobre cercarias coloreadas con rojo neutro, que ellas a menudo, tanto en la ventosa bucal como en la ventral, albergan gran cantidad de bacterias del origen de su ambiente en la laguna. Actualmente se realizan estudios tendientes a determinar el papel que éstas pueden desempeñar en el origen de la dermatitis.

Resumiendo:

**Se ha hallado por primera vez en Sudamérica una cercaria de cola bifurcada del tipo Ocellata en un caracol branquiado de agua salobre, la que puede originar una intensa dermatitis en los bañistas.**

De acuerdo con nuestros experimentos e investigaciones **no existe la menor duda de que la enfermedad cutánea de los bañistas aparecida en la laguna Chascomús se debe atribuir a la penetración de estas larvas con cola bifurcada del tipo Ocellata de los caracoles *Littoridina australis*, la *Cercaria chascomusi n. sp.***

Los vermes adultos de esta forma larval son con seguridad trematodos de la familia Schistosomidae que viven en la sangre de aves. Este hecho ha sido comprobado por numerosas investigaciones experimentales en parte en la piel de personas infectadas y por otra parte por experimentos de infección artificial en aves en relación con el ciclo evolutivo de estos estados larvales. La



Caracoles en los que hallan las cercarias el aposento interpeidio para su desarrollo. De él retornan al agua, de donde vuelven a recogerlas aves acuáticas en las que efectúan el desove.

mayoría de las especies adultas viven en la sangre de patos. Otras especies relacionadas con este grupo se presentan en gaviotas, pelícanos y otras aves acuáticas; por ello es muy difícil aclarar la filiación de estas cercarias tan similares. En la mayoría de los casos sólo se consigue experimentalmente.

Ya que resulta muy complicado el ciclo de desarrollo de estos trematodos sanguíneos de la familia de **Schistosomidae**, se tratará a continuación con más detalle, puesto que con ello se podrán aclarar correctamente y totalmente todos los resultados de la epidemiología.

Los vermes adultos, especialmente del género **Trichobilharzia**, son diminutos seres de pocos milímetros de longitud, delgados como cabellos e invisibles al ojo desnudo. Viven en la sangre de las venas del abdomen de sus huéspedes. Por su pequeñez y su localización sólo fueron descubiertos en los últimos decenios de este siglo. Son trematodos de sexos separados.

Las hembras de estas bilharzias de aves del género **Trichobilharzia** que vacan en las venas abdominales, **oviponen allí**. Pasivamente, y gracias a un aguijón que poseen en uno de sus extremos, los huevos alcanzan a través de la pared del intestino la luz de éste y con los excrementos el agua.

Aquí eclosiona del huevo el primer estado larval, el **Miracidio**, semejante en forma y tamaño al protozoo **Paramaecium**. Con movimientos vivos nada y busca activamente su huésped intermediario, siempre un caracol acuático de determinada especie, cuya piel perfora inmediatamente. En el hígado de éste, el segundo estado larval, el esporoquiste, se genera. Es una formación tubular de una fracción de milímetro de largo. En este esporoquiste se desarrollan, en el curso de semanas, las cercarias como tercer estado larval, las que abandonan el caracol y nadan o se suspenden en el agua hasta que consiguen hallar al huésped definitivo, es decir, el pato en cuya piel penetran con la mayor rapidez.

Con el torrente circulatorio de los vasos sanguíneos que alcanzan, luego de penetrar, llegan al corazón, a los pulmones y finalmente a las venas abdominales, donde se establecen, maduran sexualmente y ovipo-

nen. Con ello se cierra el ciclo evolutivo de estos vermes del género **Trichobilharzia**.

El desarrollo de todos los estados larvales dentro del caracol depende fundamentalmente de diversos factores externos. El papel principal lo desempeña la temperatura y la iluminación del agua donde vive el caracol.

A bajas temperaturas, el desarrollo de las larvas dentro del caracol es muy lento; en invierno se detiene completamente. Los caracoles infestados en otoño invernan junto con las larvas que contienen hasta que en primavera, con las altas temperaturas, pueden liberar inmediatamente cercarias. En estos meses pueden encontrar crías de patos e infestarlos.

Con las mayores temperaturas se acelera el desarrollo de las cercarias, y como consecuencia se liberará un mayor número de cercarias por día.

Sube la temperatura atmosférica de los 30° C, y la del agua, de los 25-27°, se multiplica la cantidad de cercarias simultáneamente, con lo cual aumenta la infección del agua.

De acuerdo con estas observaciones, la aparición de la dermatitis schistosómica en la laguna de Chascomús está indudablemente condicionada a la estación anual.

Con la llegada del tiempo soleado de la primavera se puede relacionar la aparición de casos aislados de una dermatitis en los bañistas. Poco se ha indicado al respecto, dado que son escasos los bañistas en esta época. En años de calor temprano en primavera como, por ejemplo, 1953, es posible sufrir ataques intensos ya en el mes de octubre.

En general, es común que aparezcan recién en el mes de enero tales casos de ataques intensos en la laguna Chascomús y la laguna Monte, y sobre todo en días tranquilos, calmos y calurosos. Tales días con temperaturas del aire de 36°C. y del agua de 27°C. aparecen, según mis observaciones, alrededor del 12 de enero.

En general, después de una semana de intenso calor, cambia bruscamente el tiempo con días frescos y lluviosos durante los cuales la dermatitis desaparece casi por completo. A menudo desaparece por todo ese año; pero a veces, como por ejemplo en el año 1955, se repiten los casos con la reapari-

*Sobre el horizonte de la laguna de Chascomús se retiran las últimas luces del día y con la proximidad de las sombras se posan en sus aguas patos, gaviotas, cormoranes, macacitos y otros representantes de la fauna ornitológica.*



ción de condiciones atmosféricas con temperaturas apropiadas. Con el mes de marzo desaparece con todo esta enfermedad hasta la primavera siguiente.

#### **EL HUESPED INTERMEDIARIO, LITTORIDINA AUSTRALIS.**

En la laguna Chascomús abunda prácticamente una sola especie de caracol branquiado, pequeño, de aguas salobres, **Littoridina australis**. Este caracol no está uniformemente distribuido. Necesita un ambiente rico en productos de descomposición orgánica, pero con agua oxigenada. Vive principalmente de los acompañantes de las plantas acuáticas, pecu e ñ o s infusorios, protozoos, diatomeas, etc.

En la mayor parte de la laguna estos caracoles no tienen alimentos suficientes y permanecen relativamente pequeños. Pero especialmente en las proximidades del puerto de pescadores encuentran condiciones aparentemente ideales y alcanzan casi un tamaño doble que en los otros lugares.

Esta enorme acumulación de productos de descomposición orgánica dentro del puerto de pescadores se aclara por la gran cantidad de restos de peces que son arrojados al agua, pero puede atribuirse también a la influencia de los desagües que desembocan al norte del puerto, en la laguna.

Las impurezas del agua de la costa norte al puerto explicaría la ausencia de caracoles en ella porque los caracoles necesitan aguas puras y oxigenadas para vivir.

Bordeando la zona impurificada del puerto se extiende un anillo primero de algas; allí particularmente abunda también el zooplancton de copepodos y cladoceros. Algo más lejos hacia afuera y al sur del puerto se encontraron numero-

sos ejemplares de camarones del género **Palaemonetes**, cuyo papel es tan importante en el alimento de peces. Aun más lejos y al sur viven los caracoles **Littoridina australis** en enormes cantidades. Aquí, y hasta ahora únicamente aquí, estos caracoles están infestados con la **Cercaria Chascomusi n. sp.**, y en particular los que viven en las proximidades del Club de Pesca y Náutica.

El porcentaje de caracoles atacados con esta cercaria es relativamente bajo; sólo 2 %, pero dado la cantidad de ellos es suficiente para originar una seria dermatitis en los bañistas.

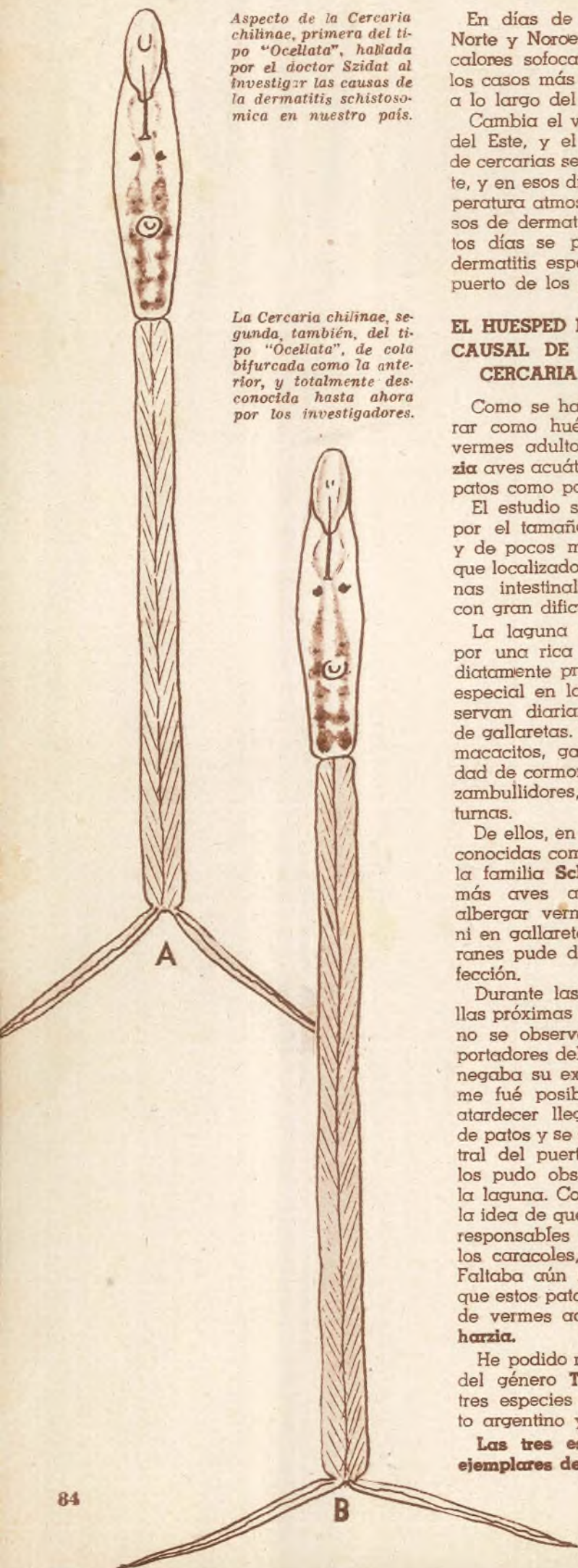
#### **LOCALIDADES PREFERIDAS EN LAS QUE PUEDE ORIGINAR LA ENFERMEDAD.**

Es conocido tanto por los pescadores de la laguna, así como por los turistas, que los más severos ataques de esta enfermedad se manifiestan al bañarse en lugares con vegetación abundante de plantas acuáticas (**Potamogeton**, **Myriophyllum**). Pero la abundancia de vegetación acuática tiene solamente una importancia secundaria como responsable de la dermatitis. En ella son retenidas las cercarias flotantes en el agua, y es por ello que se producen aquí los peores efectos; pero eliminados estos cercos vegetales, las cercarias suspendidas en el agua pueden llegar sin estorbo hasta los lugares más alejados.

Esta dispersión ocurre como resultado de los movimientos superficiales del agua por acción del viento; el viento Noroeste origina una corriente hacia la costa Sudeste y Sur que, aun con brisas suaves, puede llegar a una velocidad de 10 metros por minuto, y con ella arrastrar, en poco tiempo, las cercarias de la zona infestada del puerto hasta el extremo Sur de la laguna.

Aspecto de la *Cercaria chilinae*, primera del tipo "Ocellata", hallada por el doctor Szidat al investigar las causas de la dermatitis schistosomica en nuestro país.

La *Cercaria chilinae*, segunda, también, del tipo "Ocellata", de cola bifurcada como la anterior, y totalmente desconocida hasta ahora por los investigadores.



En días de vientos pronunciados del Norte y Noroeste, a los que acompañan calores sofocantes, se pueden observar los casos más agudos de dermatitis todo a lo largo del balneario.

Cambia el viento hacia el Sur o sopla del Este, y el agua superficial cargada de cercarias será arrastrada hacia el Norte, y en esos días, a pesar de la alta temperatura atmosférica, no se observan casos de dermatitis en el balneario. En estos días se pueden observar casos de dermatitis especialmente en el agua del puerto de los pescadores.

### EL HUESPED DEFINITIVO DEL AGENTE CAUSAL DE LA DERMATITIS DE LA CERCARIA CHASCOMUSI N. SP.

Como se ha dicho, se deben considerar como huéspedes definitivos de los vermes adultos del género *Trichobilharzia* aves acuáticas, y especialmente a los patos como portadores de ellos.

El estudio se hace difícil y engoroso por el tamaño de los vermes filiformes y de pocos milímetros de longitud. Porque localizados en las más delgadas venas intestinales, sólo pueden aislarse con gran dificultad.

La laguna Chascomús está habitada por una rica fauna ornitológica. Inmediatamente próximas a las orillas, y en especial en la región del puerto, se observan diariamente grandes cantidades de gallaretas. Son numerosos también los macacitos, gaviotas y a menudo cantidad de cormoranes. Más escasos son los zambullidores, las garzas y garzas nocturnas.

De ellos, en particular las gaviotas, son conocidas como huéspedes de vermes de la familia *Schistosomidae*, pero las demás aves acuáticas podrían también albergar vermes de estos grupos. Pero ni en gallaretas ni en gaviotas y cormoranes pude descubrir rastros de una infección.

Durante las horas del día, en las orillas próximas a la ciudad de Chascomús, no se observaban patos, los probables portadores del vermes adulto; por ello se negaba su existencia en ese lugar. Pero me fué posible comprobar que con el atardecer llegaban enormes cantidades de patos y se establecían en la parte central del puerto; por el contrario, no se los pudo observar en la orilla este de la laguna. Con ello cobraba certidumbre la idea de que los patos pudieran ser los responsables de la intensa infección de los caracoles, especialmente del puerto. Faltaba aún la demostración directa de que estos patos son, en efecto, portadores de vermes adultos del género *Trichobilharzia*.

He podido revisar en busca de vermes del género *Trichobilharzia* hasta ahora tres especies de patos: Pato picazo, Pato argentino y Pato maicero.

Las tres especies contenían siempre ejemplares de vermes del género *Tricho-*

*bilharzia* en la sangre de las venas abdominales.

En *Dafila spinicauda*, el pato maicero, y *Querquedula versicolor*, el pato argentino, pude comprobar ya en el año 1952 una intensa infección con dos especies del género *Trichobilharzia*, pero no pudieron, ser determinadas perfectamente. Con el nuevo material pudo comprobarse que se trata siempre de una especie hasta ahora desconocida.

La abundancia de esta especie en numerosos patos de las lagunas de la provincia de Buenos Aires admite la presunción de que esta especie es la forma adulta de la *Cercaria Chascomusi n. sp.* hallada en *Littoridina australis*. La prueba definitiva la puede aportar la infección artificial, de patos ya comenzada con abundante material de cercarias.

Resumiendo:

La Dermatitis de los bañistas de la laguna Chascomús es una verdadera *Dermatitis Schistosomica Humana*, en el sentido de William Cort.

El agente de esta dermatitis es asimismo una cercaria de cola bifurcada con manchas oculares del tipo de *Cercaria Ocellata*.

Esta cercaria se desarrolla en caracoles branquiados, en *Littoridina australis*, y es una especie nueva para la ciencia. Fué denominada *Cercaria Chascomusi n. sp.* y manifiesta numerosas particularidades.

Los caracoles más intensamente infectados con esta cercaria aparecen en el puerto de pescadores de la laguna Chascomús; la abundancia de restos orgánicos conceden a los caracoles condiciones de vida apropiadas.

Determina las enormes posibilidades de infección precisamente en este lugar una enorme acumulación de aves, en particular de patos, huéspedes definitivos naturales del vermes adulto en el puerto de pescadores.

De allí, las cercarias que se mueven en el agua superficial son desplazadas con viento Noroeste, que en verano está acompañado por altas temperaturas, hacia el balneario de la costa Sudeste. Por ello, con este viento se pueden observar severas lesiones en los bañistas. Con viento Sur a Este no se observan en general casos de dermatitis.

La *Dermatitis Schistosomica Humana* de la laguna Chascomús es la primera dermatitis de esta especie científicamente estudiada en Sudamérica.

Quiero agradecer además y en este lugar al profesor doctor Guarrera de nuestro Instituto Nacional por su estímulo y sus intervenciones, e igualmente al doctor Soria, también de nuestro Instituto, quien ha elaborado la parte médica del trabajo. En particular al doctor Risso, jefe de la Estación de Piscicultura en Chascomús, por su constante disposición durante el trabajo, su intervención para obtener botes de pesca y material,

trabajo en su estación. Asimismo al Dr. méd. Pablo Bosq, dermatólogo del Hospital Bernardino Rivadavia, por su amable acogida en su casa y su amplia ayuda, y **last not least** al amigo doctor Núñez, para su amable ayuda en la versión al castellano del manuscrito de esta conferencia.

Luego, pasó a ocupar el sitial de conferencias el doctor Soria, quien hizo una referencia cronológica de los estudios sobre este mismo tema realizados en compañía del doctor Szidat desde fines de 1951. Comenzó recordando que a raíz de observaciones de Szidat en 1949 y 1950 sobre la presencia de cercarias de cola bifurcada en caracoles del delta rioplatense y del río Quequén, éste comentó la posibilidad de realizar tentativas de infestación experimental sobre penetración de dichas larvas en la piel humana, lo que se efectuó en 1950 sobre el antebrazo de la profesora Siccardi y el disertante, con unos pocos ejemplares de cercarias, sin resultados apreciables. En diciembre de 1951, uno de los biólogos, integrante del equipo científico que desarrollaba estudios hidrobiológicos en la laguna Monte (provincia de Buenos Aires) presentó un cuadro dermatítico localizado a ambas piernas, aparecido luego de alguna permanencia en sus aguas. En esa ocasión no pudo sino observarse la lesión a los varios días, con manifestaciones papulosas diseminadas en la zona afectada, que según el mismo paciente eran muy pruriginosas, dando fe de lo mismo las señales del rascado consiguiente, no pudiendo efectuarse como hubiera sido de desear, el estudio histológico de las mismas pápulas. Con ese motivo, los autores (Szidat y Soria) fueron en compañía del mismo biólogo a lugares de la laguna Monte donde contrajera la afección, pocas semanas después —fines de diciembre de 1951— sin lograr reproducir el fenómeno en ninguno de los tres. Tampoco fué posible coleccionar pequeños caracoles sino en muy escasa cantidad y que no se hallaron infestados por cercarias.

En esos días se tuvieron noticias dadas por el doctor Núñez, médico de Tapalquén, que en bañistas del lugar se producía una afección similar a la descrita para Monte y las ya conocidas observaciones de norteamericanos y canadienses en particular.

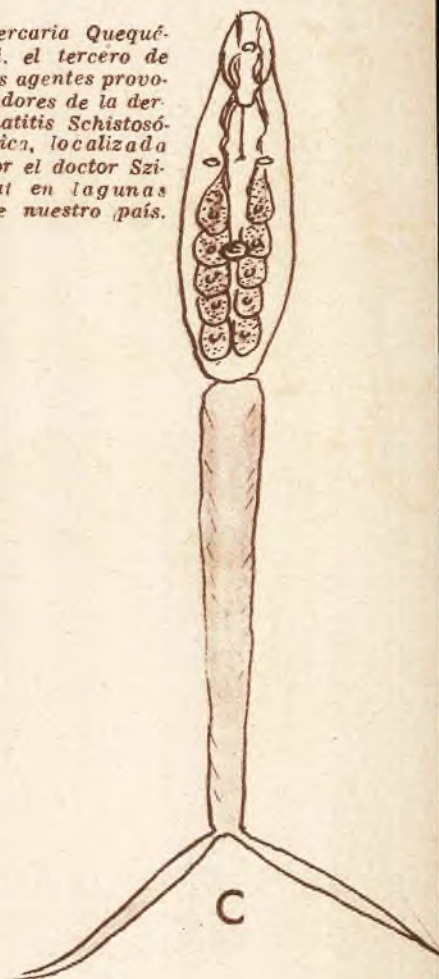
Con ese propósito se realizó un viaje (enero 1952) en conjunto con Szidat a dicha población, pero infortunadamente una lluvia torrencial caída pocos días antes había cambiado totalmente las condiciones climáticas ambientales y el volumen de las aguas crecidas del arroyo Tapalquén arrastraron la fauna malacológica —podría decirse "liviana"— de los pequeños caracoles, quedando sólo especies grandes, considerados huéspedes no aptos para tales parásitos. Con todo, se hicieron exámenes de los mismos (**Ampullaria**) sin demostrar parasitación alguna. De los datos recogidos en el lugar, el disertante recordó el caso de una niña de once años a la que interrogó sobre el proceso que aquí interesa, con manifestaciones que bien pueden tomarse en cuenta como correspondientes a la dermatitis de los bañistas (**swimmer's itch** o **bather's itch** de los norteamericanos). El verano de 1953 no dió en Tapalquén datos positivos para esta afección según información del doctor Núñez, por lo que se decidió esperar mejor oportunidad. Pero a fines del verano (noviembre de 1953), enterado el disertante de los estudios ornitológicos que realizaba el jefe de la Sección de Ornitología de la misma institución, le interrogó sobre aspectos relacionados con la afección, teniendo entonces una detallada información del padecimiento que no le hizo dudar de encontrarse frente a una afección idéntica a los casos de Monte y Tapalquén, por lo que decidió continuar por sí mismo la investigación en forma autoexperimental. Así, tomando en cuenta las condiciones necesarias epidemiológicas, de acuerdo a lo ya observado en esos hechos aislados y que se pueden correlacionar con los datos extran-

jeros, dispuso varias excursiones a la laguna Chis-chis (Monasterio, provincia de Buenos Aires), lugar donde el mencionado ornitólogo contrajera su dermatitis, a veces en su compañía. En estas tentativas, que resultaron negativas para el disertante (su acompañante lo hacía protegido por altas botas impermeables), durante sus inmersiones, coleccionó en distintas oportunidades fauna acuática que pudiera intervenir en la producción de tales manifestaciones dermatíticas, descartando así los crustáceos, hemípteros y coleópteros agresivos, estados larvales de insectos, que en número pudieran tener valor como agentes desencadenantes de esos fenómenos. Como ello no puede ser verdadero en razón de diversos motivos discutidos por el disertante, pasó a su vez revista a algunas especies vegetales flotantes y sumergidas —cuyos datos fueron facilitados por el jefe de Ornitología, de su estudio ecológico— desechando la posibilidad de la acción foliar o de órganos secretorios capaces de producir las conocidas dermatitis de contacto. Además, en apoyo de su opinión, añadió los informes dados, aunque de modo incompleto, por lugareños que conocen el padecimiento o saben del mismo, con relatos bastante claros como para asimilarlos al anteriormente expuesto, y que para la laguna Chis-chis conocen desde hace tiempo como "ortiga de agua", nombre éste eufónico y apropiado.

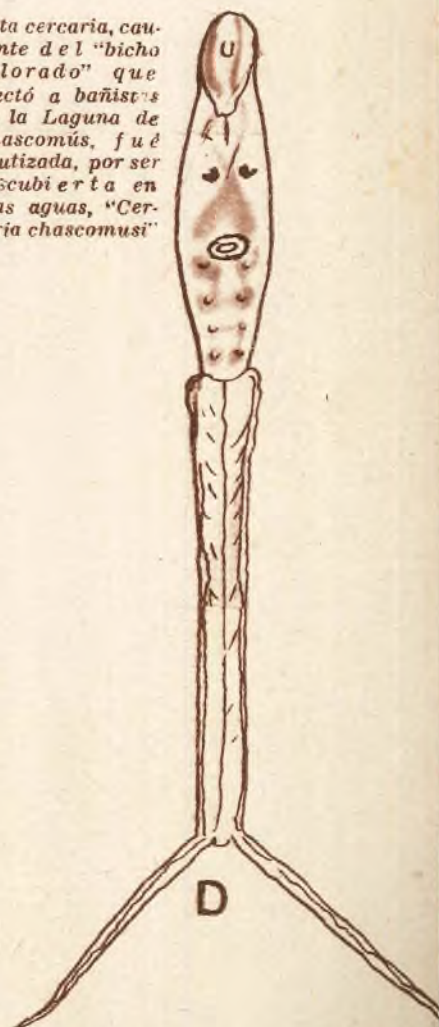
De las excursiones 1953-54 (verano) efectuadas allí mismo, la colección de caracoles pequeños sólo pudo hacerse sobre el género **Planorbis**, no logrando otros, y que examinados por Szidat y él mismo, no demostraron infestación alguna de valor.

Transcurrido el verano 1953-1954 sin conseguir resultados satisfactorios, pero robustecidas las sospechas sobre la existencia real de una dermatitis parasitaria, semejante a la descrita en otros países, el conferenciante refirió que a fines de 1954 volvió a la misma laguna en procura de mejor suerte.

*Cercaria Quequén, el tercero de los agentes provocadores de la dermatitis Schistosómica, localizada por el doctor Szidat en lagunas de nuestro país.*



*Esta cercaria, causante del "bicho colorado" que afectó a bañistas de la Laguna de Chascomús, fué bautizada, por ser descubierta en esas aguas, "Cercaria chascomusi"*



Interesado en el problema, en diciembre de 1954, el disertante volvió nuevamente a la laguna Chis-chis, siempre dentro del plan de investigaciones elevado a la superioridad con el mismo fin, tentando otra vez la suerte en sus aguas, sin resultado positivo. De la colección de pequeños caracoles, esta vez halló en cantidad ejemplares de *Littoridina*, los que parecían haber reemplazado los del año anterior, que no fueron hallados en esa ocasión.

El examen parasitológico, hecho también por Szidat y el mismo, no dió fruto, excepto la aparición de una leptocercaria, es decir, de cola simple, que Szidat consideró sin interés para el caso. Es entonces, a comienzos de este año, mediados de enero, que se producen los casos de Chascomús en la forma alarmante que decide la intervención de la Dirección de Promoción Económica Agraria (Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires), y el pedido de colaboración por intermedio de uno de sus asesores técnicos, el doctor Sebastián Guarrera, que conocía los trabajos de los conferenciantes. Con ello, se repitió la tentativa de autoinfestación por parte de Soria, en condiciones ambientales favorables, es decir, tiempo estable, caluroso, con sol brillante y aguas calmas —de acuerdo con lo expresado por personas del lugar que lo han sufrido y en coincidencia con las observaciones extranjeras para esta dermatitis schistosomica—, con una permanencia en sitios positivos para la infestación durante cuarenta minutos. No se logró respuesta de la piel; en cambio, en un empleado de la Estación de Hidrobiología que servía de ayudante, y que ya había padecido el malestar, aparecieron máculas pruriginosas a los pocos minutos de su entrada en el agua, con persistencia de las mismas y del prurito durante una media hora después.

La segunda tentativa (20 de enero), cinco días después de la anterior, lo fué en los mismos sitios y condiciones ambientales, con una permanencia de hora y media, sin resultados positivos.

La tercera tentativa fué hecha el 25 de enero en lugares idénticos, donde existía seguridad de infestación, pero fuera de la atención del público —por razones de discreción científica—, con permanencia de dos horas y media, en condiciones ambientales menos favorables, por ser día nublado, fresco y con aguas batidas por viento del cuadrante SO. En esta ocasión, casi al final de la prueba, se insinuaron las primeras manifestaciones pruriginosas, múltiples, que dieron la sensación —a Soria— de haber "pescado" la dermatitis. En todas esas oportunidades fueron coleccionados numerosos ejemplares de un pequeño caracol del género *Littoridina*, que se trajeron al laboratorio en aguas de la misma laguna con vegetación y otros pequeños elementos vivos, que mantuvieron las condiciones naturales para la vida de los pequeños moluscos.

En la primeras muestras, el material recogido por Szidat y Guarrera desde un bote, a unos 100 metros de la orilla, y por el disertante, durante su exposición al ataque de las larvas, a unos 50 metros, se pusieron de relieve la existencia de una intensa infestación de caracoles por diversas especies de cercarias, desconocidas hasta ahora, según Szidat, de las que en un último examen se halló un solo ejemplar de una furcocercaria (de cola bifurcada) que responde al grupo *Ocellata*, apto para la producción de dermatitis de acuerdo con la opinión de autores extranjeros responsables. En las muestras subsiguientes traídas por el disertante, también se halló escasa-mente algún ejemplar de furcocercaria, las que volvieron a ser halladas en número algo mayor en posteriores viajes de Szidat a Chascomús. El disertante no volvió a entrar en aguas de la laguna luego de la tercera tentativa con aparición de la dermatitis, con el objeto de practicar la observación de su evolución espontánea, tan difícil de conseguir en el paciente común, que modifica el curso de la misma por el rascado precoz, la infección

bacteriana que le sucede y la aplicación de medicaciones diversas, algunas improvisadas con los riesgos de causticidad o irritación de la piel y la consiguiente complicación del cuadro.

De la observación del fenómeno, el disertante ha determinado que para su caso la evolución espontánea del proceso se realiza en tres etapas que pueden diferenciarse bien y que en total alcanzan una duración de tres semanas. La primera fase se inicia con la aparición de unas pequeñas máculas de no más de 1 milímetro de diámetro, con prurito variable que dura unas horas, para atenuarse luego hasta desaparecer y reiniciarse alrededor de veinte horas del comienzo, con una substitución, anterior en horas, de las máculas por máculo-pápulas pequeñas, pápulas de 1,5 a 3 milímetros circundadas por una aeréola congestiva estrecha. La reiniciación del prurito va en aumento hasta ser por momentos muy fastidioso, y se mantiene sin mayor variante durante varios días; luego le sucede una segunda fase, en la que el prurito se atenúa y desaparece persistiendo la micropápulas durante casi otra semana, y por último, una tercera fase, en que las pápulas se oscurecen ligeramente para ir disminuyendo de tamaño y ser reemplazadas otra vez por máculas que son pigmentadas, con aspecto petequial, para ir gradualmente palideciendo y desaparecer al cabo de la tercer semana, luego de lo cual la piel toma su aspecto normal.

El proceso queda radicado exclusivamente a la zona de inmersión, en este caso entre rodilla y garganta del pie, estando por lo general (en otras personas que también así lo han sufrido) respetado el pie. Naturalmente, existen una serie de factores individuales en los que la edad y la hipersensibilidad de la piel representan un papel importante; los niños, que juegan largo rato durante el baño, están más expuestos que el bañista que se interna hacia el centro de la laguna o el que nada activamente, los adultos que pre-

sentan reactividad acentuada de la piel a los variados estímulos físicos o químicos, también hacen exteriorizaciones de diverso grado, desde la manifestación micropapular antedicha hasta las grandes placas confluentes urticariformes acompañadas o no de respuestas generales de quebrantamiento y estado febril, sin registrarse casos severos.

Luego de algunas disquisiciones sobre la patología de la afección, el disertante se refirió a los estudios complementarios hechos en sí mismo, mediante biopsias de piel lesionada, que fueron efectuadas a las cuarenta horas de la iniciación del proceso y cuya histología sólo muestra una reacción inflamatoria bastante intensa de piel y tejidos subyacentes, con infiltrados linfocitarios en forma de pequeños granulomas; en cuanto a exámenes de laboratorio clínico no hubo nada de particular, no existiendo modificaciones del recuento, fórmula sanguínea, ni de la eritrosedimentación, efectuados a los ocho días del comienzo del proceso. Tampoco, agregó, se presentaron manifestaciones generales y el registro termométrico fué siempre normal.

Por último, el disertante hizo referencias a la distribución geográfica mundial de esta afección, conocida por distintas denominaciones vernáculas para cada país y reunidas en el lenguaje médico como *dermatitis schistosomica*, dado por Cort en 1928 y generalizada actualmente.\* El disertante aludió al valor de la descubierta de la afección como entidad clínica y la identificación de su agente causal, que por otra parte resulta dado a conocer por vez primera en América del Sur, con especies autóctonas para la cadena parasitológica, que por las nociones de especificidad, significa añadir al historial de la afección nuevos agentes causales para la misma.

\* Asimismo, para nuestro país, pueden señalarse, además de los lugares indicados y de acuerdo con datos seguros en su interpretación, las lagunas del Burro, partido de Chascomús; las Flores, el Rebenque, partido de Las Flores; y la Barrancosa, partido de Saladillo, hasta ahora en la provincia de Buenos Aires, distribución que sin duda resultará ampliada prontamente a otras localidades bonaerenses, y quizá de otras provincias.

# LA MEDICINA CONTEMPORANEA Y SUS RELACIONES CON LA CIVILIZACION Y LA CULTURA

POR EL DOCTOR  
CESAR R. CASTILLO

Profesor Adjunto de Medicina Legal. Médico Forense de la Justicia Nacional. Presidente Honorario de la Sociedad Argentina de Antropología Médica. Asesor General Psiquiátrico. Criminológico del Ministerio de Salud Pública.

## I — EL CONCEPTO SPENGLERIANO DE LA HISTORIA

Todos los que han leído "La decadencia de Occidente" saben que Oswald Spengler, en su consideración de los ciclos históricos, afirma que ellos se repiten con caracteres iguales o parecidos en todas las culturas, de tal manera que puede predecirse aproximadamente lo que ocurrirá en el seno de cualquiera de ellas, deduciéndolo de los acontecimientos contemporáneos. De esta afirmación primera deriva la otra, según la cual la cultura occidental fáustica se encuentra en estos momentos acercándose hacia el final de su período evolutivo, que él fija aproximadamente para el año 2200 de nuestra era.

Otro de los pivotes sobre el cual gira la concepción morfológica del ilustre pensador alemán, es el distingo fundamental entre la cultura propiamente dicha, y su período final, el estado de civilización, o sea la vida en la ciudad. Cuando este período ha llegado, las manifestaciones de cultura, que son creaciones exclusivas del espíritu humano, se han ago-

tado o poco menos, dejando únicamente como vestigios, el pasado muerto, petrificado, lo sucedido, o, en su terminología, **LO PRODUCIDO**. Como consecuencia, el hombre abandona el arte para abocarse hacia la técnica, y con mayor provecho, ya que el primero debería forzosamente ser un arte de imitación de épocas pretéritas imposibles de resucitar.

De esta manera la gran urbe, la polis, llega a ser una capital universal, a cuyo lado las pequeñas ciudades y el campo se convierten unánimemente en provincias, sin que ejerzan la más mínima gravitación en el movimiento espiritual, cultural, sociológico y políticoeconómico de la época.

Algo de esto está ocurriendo en la actualidad. Los centros neurálgicos de la vida contemporánea han sido desplazados hacia las dos grandes capitales de oriente y occidente que representan dos concepciones políticas opuestas y otras tantas formas de vida diferentes. A ellas sólo llegan, como un eco lejano, las palpitaciones de la vida social y

cultural de los países más pequeños, que con toda justicia, pero con poco éxito hasta ahora, reclaman sus derechos a ser oídos y respetados en su peculiar individualidad y en sus problemas particulares.

Lo que es verdad para las doctrinas político-sociales lo es también para cuanto se refiere a las manifestaciones artísticas, filosóficas, religiosas y pedagógicas de nuestra era. La medicina no podía escapar, y de hecho, no escapa a la órbita de las mutaciones culturales. Así como el siglo XIX nos legó la medicina materialista y mecanicista, así como el barroco y el romanticismo están ligados a la medicina de Sydenham, Paracelso y Ambrosio Paré, nuestro siglo está constelado de corrientes ideológicas que pugnan por abrirse camino y adquirir supremacía sobre las otras, partiendo desde distintos ángulos y apoyándose sobre distintas filosofías de la vida, que informan e impregnan, desde luego, el concepto de enfermedad.

Este trabajo está, precisamente, enderezado a tratar de buscar

en el seno de estas corrientes, algunas explícitas, otras implícitas u ocultas, y descubrir cuál es su sino, para usar la palabra de Spengler o su sentido, como lo quieren Von Weizsacker y los médicos de la persona. Trataré de integrar para ello, las actuales orientaciones médicas, en un

## KANT

*que con otros apoyó con vehemencia el divorcio de la medicina con los trastornos del psiquismo.*



todo coherente, dentro de la cultura general de nuestra época, en trance de periclitar, según la discutida y discutible concepción spengleriana.

## II — DOS PSICOLOGIAS, DOS ESTILOS

Para ello considero indispensable un somero estudio previo de las dos actitudes fundamentales que asume el médico frente a su quehacer, sea en lo que respecta al diagnóstico, a la consideración etiológica, o al tratamiento a instituir.

Siguiendo la línea de Odier en su enfoque de las neurosis, creo que puede aplicarse a este objeto un método mixto, derivado de los estudios de psicología del inconsciente de Freud y de la psicología genética de Piaget. Esto quiere decir que el médico pone de su parte a veces sin quererlo y sin saberlo, en la consideración del problema de su enfermo, una serie de factores, apertencias y repulsiones inconscientes, como lo

había puntualizado Freud. Y por otra parte, que muchos de estos factores inconscientes están polarizados por otra serie de vivencias y creencias infantiles, que la evolución posterior de su psiquismo podrá conservar o descartar, según su grado de maduración intelectual y, sobre todo, afectiva.

Piaget, en el terreno de la normalidad psíquica, y Odier, en el de la neurosis, han puesto de relieve el papel de estos factores en la vida adulta, de acuerdo al conocido enfoque genético evolutivo del primero.

En síntesis, se viene a afirmar aquí que, por cultivado que sea el pensamiento

médico en el terreno de la lógica científica, en ningún momento él puede desprenderse del conocimiento prelógico (pensamiento mágico). Este último está latente aún en el fondo de los hombres de ciencia y los filósofos más racionalistas, pudiendo despertarse y pasar al primer plano a favor de disposiciones constitucionales o circunstancias imprevistas. De aquí derivan los tabús, presentimiento ("ojo clínico"), maripalabras y "corazonadas" que muy a menudo salpican el acto médico y lo hacen apartarse del razonamiento lógico. A veces estos factores inconscientes hacen efracción, como se llama en el lenguaje psicoanalítico, y determinan actitudes de odio o simpatía desmesurada hacia ciertos enfermos, tales como la atención displicente o demasiado asidua, el recargo o descargo de honorarios, y otras circunstancias sobre las que no es menester abundar aquí. En la terapéutica de las neurosis, mucho tienen que ver estos factores con la actitud básica del médico en el fenómeno de la contratransferencia.

Ya Bleuler había estudiado detenidamente, en un notable trabajo, el papel del pensamiento autístico en la medicina. En el

fondo los fenómenos de autismo, catatimia, egocentrismo, proyección, introyección y otros parecidos, implican una desconexión, transitoria, habitual o permanente, del pensamiento lógico, una regresión a los fenómenos mágicos propios de la infancia.

En el caso de que el médico mismo sea un neurótico, lo que ocurre con no escasa frecuencia, esta regresión es más frecuente y profunda, o sea, que llega hasta los estratos más primitivos de la estructuración del psiquismo. En los casos de alienación puede llegarse hasta los estados del dualismo o del cosmodualismo, como sucede con algunos médicos afectados de parafrenia, que manejan astros, espíritus u otros poderes naturales o sobrenaturales.

En estos casos la influencia psíquica del médico sobre el paciente es extraordinaria, y siempre en relación con la sugestibilidad y grado de inmadurez afectiva del último. Estas parejas médico-enfermo, tan curiosas y llamativas, están ligadas por una relación mágica inconsciente, lo que, de acuerdo a los conocimientos actuales sobre patología psicósomática, explica muchas curaciones milagrosas o pseudomilagrosas, así como verdaderos desastres "terapéuticos".

Así, pues, cuando los dos miembros de la ecuación médico-enfermo son neuróticos o alienados, la relación se rige de manera mágica, con exclusión total, o casi, del raciocinio discursivo.

Veamos ahora la posición contraria, o sea la del médico apegado a la lógica inflexible, al principio de causalidad, a la objetividad científica, para el cual el organismo es una especie de mosaico físicoquímico o anatomopatológico, en que lo cuantitativo hace desprestigiar lo cualitativo, lo objetivo a lo subjetivo, lo cierto y matemático a lo probable o posible.

Estas son, desde ya, y hablando en tesis general, mentalidades más evolucionadas, afectividades más maduras, en quienes el entrenamiento científico hace que la intuición sea tomada con pinzas, y la imaginación, a pesar de su papel innegable en la investigación científica, objeto de desconfianza. La búsqueda de la verdad se orienta en ellos por el único camino de la reflexión sesuda y el hallazgo de numerosos factores, por pequeños que sean, lo que no les impide caer en gruesos errores epistemológicos, cuando se trata de sacar conclusiones de su trabajo. Es que en ellos operan también, de manera inconsciente, la catatimia y el pensamiento mágico, que les lleva a dar por demostrado lo que quieren demostrar, y por desechado lo que quieren desechar.

En tesis general, podemos decir que existen dos especialidades médicas en las que se echa de ver esta radical oposición en la manera de encarar los problemas científicos, a saber: la psiquiatría y la cirugía. No hace falta decir que cada médico cultiva estas especialidades de acuerdo a sus disposiciones congénitas.

El psiquiatra siempre espera lo excepcional y no le sorprende, por la razón de que, habituado al trato con enfermos mentales, la propia naturaleza del acontecer psicológico, o psicopatológico, que desborda toda posibilidad de tradición científica escrita o de experiencia personal, lo obliga a conceder tanto valor a lo habitual como a lo inaudito. La corriente psíquica sale de madre a cada rato, rompiendo todos los diques a que pretende someterlo el dogmatismo

académico. Por eso nada tiene de sorprendente que, hasta las postrimerias del siglo XIX, haya habido quien sostuviera que el quehacer psiquiátrico era propio de filósofos y no de médicos. Cuando esta creencia fue rechazada definitivamente, se planteó la situación inversa: la de la necesidad de que el médico psiquiatra sea, a la vez, un filósofo, e incluso un pastor de almas, como lo quieren los médicos de la persona.

El ilustre Kraepelin representa una excepción dentro del tipo habitual del psiquiatra. Su máxima aspiración, de la que debió abdicar hacia el final de su vida, era reducir la nosografía psiquiátrica a cuadros más o menos rígidos, parecidos a los de las enfermedades corporales, tomando como tipo la parálisis general progresiva.

Habitualmente la mentalidad del cirujano es opuesta a la del psiquiatra. El arte del bisturí sólo permite las improvisaciones propias del hallazgo fortuito, pero aun para estos casos, tiene una técnica más o menos codificada y recursos previstos con antelación. Como se trata de un arte concreto, y en cierto sentido pragmático, sus cultores más egregios, con las excepciones del caso (que cada día son más numerosas y caídas), suelen desdeñar las vivencias, sentimientos y hasta terrores del enfermo, por la sencilla razón de que no influyen, al menos aparentemente (ya sabemos que en la realidad no es así), sobre la evolución del cuadro somático propiamente dicho. Los cirujanos están acostumbrados a la medida de los síntomas, sea por medios directos o indirectos. Sin embargo, en la apreciación de la gravedad de un cuadro clínico, o ante un pronóstico sombrío, suelen tener la intuición de una curación inesperada, lo que, al par que los desorienta sobremanera, les hace pensar y creer en la existencia de factores ocultos a su perspicacia. Estos son los casos que no están escritos en los libros, pero que no escapan a la experiencia de ningún práctico, cualquiera sea la especialidad que cultive.

Es necesario decir también, con la precaución del caso, dos palabras sobre la interpretación que la psicología profunda asigna a la elección de una especialidad. Alexander y Staub han sostenido que el cirujano sublima, o socializa, mediante la elección de una carrera socialmente valiosa, sus instintos sádicos, lo que parece una exageración, entre otras cosas, porque la agresividad de tipo sádico está implícita en todas las formas de trabajo y competencia, vale decir, que tal sublimación no es específica del cirujano, aunque el suyo pueda ser el caso más conspicuo y relevante.

En cambio parece más probable la interpretación de Szondi, con respecto a la elección profesional (operotropismo) en el psiquiatra, psicólogo, enfermero de hospicio, pedagogo y todos aquellos que cultivan otras especialidades psiquiátricas. Según el psicoanalista húngaro, el mismo gene homocigota que produce la locura (patotropismo) hace que la persona portadora de una necesidad instintiva menor, o sea heterocigota, se convierta en psiquiatra, para defenderse de esta necesidad. O en otros términos, que elija una profesión en lugar de una enfermedad. Muchos hechos clínicos parecen dar razón a esta teoría. El tema del alienista alienado ha sido tratado jocosamente muchas veces, pero en esta oportunidad de manera científica muy aceptable.

Resumiendo, pues, podemos decir que



RAMON Y CAJAL  
animó en el siglo  
pasado el movimiento  
de los anatomopatólogos de la medicina moderna.



existen dos tipos fundamentales de mentalidad médica: la prelógica o mágica, que inclina sobre todo al cultivo de la psiquiatría y disciplinas conexas, y la rigurosamente lógica, que induce a las actividades de tipo quirúrgico y similares. No obstante su relativismo y esquematismo, esta bipartición puede sernos útil como hipótesis de trabajo, para la comprensión de las nuevas corrientes del pensamiento médico.

### III — EL CONCEPTO DE ENFERMEDAD Y LAS NUEVAS ORIENTACIONES TERAPEUTICAS

Como se ha dicho más arriba, la medicina científica del siglo XIX en la cual ha sido educada nuestra generación, considera el organismo a la manera de las máquinas industriales, compuesto de diversas piezas con plena autonomía.

No enferma el sujeto, sino el órgano. Contra las tendencias hipocráticas y su escuela, asentada en la pequeña ciudad griega de Cos, se pronunciaron tempranamente Crisipo y sus discípulos, egregios anatomistas, que en cierto sentido pueden considerarse como precursores de los anatomopatólogos del siglo pasado, con Virchow y Ramón y Cajal a la cabeza.

Para un estudio completo de la oposición entre las dos corrientes fundamentales del pensamiento médico entre los griegos, puede consultarse el libro de Henry Ey "Traux Psychiatriques".

Pero no hay duda que la influencia predominante ha sido la filosofía de Descartes, con su dualismo entre la res cogitans y la res extensa, la cosa que piensa y la cosa que tiene extensión.

Del dualismo cartesiano se deduce naturalmente que en el hombre existen dos esencias: una natural, que puede ser objeto del estudio de los médicos y naturalistas, otra espiritual, apta para ser tratada por métodos filosóficos-especulativos o adscrita al campo de la teología y las ciencias morales.

El dominio del médico quedó así reducido a la curación de la parte corporal del individuo. La medicina renunció a entenderse con los trastornos del psiquismo, y Kant, como otros filósofos, y aun algunos psiquiatras de la actualidad, entendieron correcta esta posición. En gran parte, digámoslo de paso, se debe a ella el relativo estancamiento de la psiquiatría en relación al extraordinario y rápido desarrollo de las disciplinas clínicas y quirúrgicas.

Pero el médico no tardó en advertir que, a pesar de sus nuevas técnicas, siempre quedaba un gran porcentaje de enfermos en quienes la curación no se alcanzaba, o se alcanzaba por medios fortuitos o extraordinarios, o por personas incompetentes o totalmente ignorantes, o por la acción de factores exógenos completamente imprevistos, tales como la recuperación de un amor o una fortuna, una enfermedad intercurrente, un traumatismo afectivo, una gran impresión, etc. Además, se observó que la misma causa puede ser nociva en un sujeto y curativa en otro. El aforismo "no hay enfermedad, sino enfermos", aceptado hasta hace poco para sintetizar las innumerables variantes en los síntomas corporales de un cuadro clínico, vino a cobrar nueva vigencia.

No se trata solamente de variantes en los síntomas corporales, sino en la problemática de la vida entera del paciente, en la cual (¿qué duda cabe!) juegan tan relevante papel los traumas próximos o alejados, como las prospecciones, vale decir, el pasado ingrato como la incertidumbre del futuro.

Hay que reconocer a la escuela psicoanalítica, tanto a la freudiana como a los disidentes, el mérito de haber sido la primera, a raíz de su planteamiento del problema de las neurosis, en haber atisbado el desarrollo de la medicina integral, antropológica, cuyo mayor impulso, sin embargo, le estaba reservado a la escuela psicósomática norteamericana. Alexander y su escuela, Walter Alvarez, Flanders Dunbar, English, Weiss y otros cuya enumeración sería demasiado larga, representan los primeros jalones de esta cruzada. El hombre ya no enferma solamente con su cuerpo, sino también con su psiquis, y la psiquis es muy particular de cada uno. La psicología individual de Adler, la diferencial de Stern, la concreta de Politzer, la psicobiología de Adolf Mayer, y en cierto sentido la vectorial topológica de Loewin, tienden, cada una por su lado, a individualizar al sujeto.

No debe confundirse el concepto de individualización, con el de individuación de Jung, que en cierto sentido son contradictorios.

No obstante, los esfuerzos de Dunbar y Alexander por recordar determinados cuadros caracterológicos, por ejemplo, en los ulcerosos gástricos, hipertensos, en los que sufren de colitis mucosa o ulcerosa, etc., demuestran en estos autores la persistencia de la costumbre mecanicista, o sea la tendencia a la formulación de grandes entidades nosológicas, también dentro del terreno de la psicopatología, o sea que en ellos sigue predominando el pensamiento lógico y ordenativo de grandes grupos de enfermos.

Contemporáneamente, o casi, los estudios de Von Bergmann y Eppinger y Hess, y sus conceptos correlativos de patología funcional, y distonía neurovegetativa, abrieron una nueva vía por la que se lanzaron, más o menos tímidamente, clínicos como Bockus, Ludwig Krehl, Oswald Schwarz, Heyer.

Unas y otras de estas tendencias, aunque divergentes por algunos conceptos, se complementan en la consideración de múltiples aspectos de la personalidad de los enfermos. La vasoneurosis de Hochrein, por ejemplo, ha sido sumamente fértil en la explicación fisiopatogénica, no sólo de la astenia neurocirculatoria, enfermedad preferentemente estudiada por él, sino también de la úlcera gástrica, del asma esencial, y muchas enfermedades vasculares. Pero, indudablemente, en la raíz de la vasoneurosis, está la gran neurosis, la neurosis propiamente dicha, con repercusiones orgánicas a través de los trastornos o variantes del régimen circulatorio, es decir, la neurosis de los órganos adonde llegamos finalmente, partiendo de un traumatismo psíquico de la primera infancia, como lo quiere Freud, a través de un complicado engranaje de represiones e inhibiciones, o de conflictos actuales (actualneurosis), sean ellos de orden afectivo, sexual, social o profesional.

También han contribuido a demoler el edificio de la gran medicina materialista, ciertas escuelas de filosofía de la naturaleza, como el vitalismo de un Bauer, un

Driesch, un von Uexküll, y la nueva corriente psicológica venida de Alemania, cuyos principales exponentes son Wertheimer, Köhler, Katz, Koffka, Guillaum. Correlato del mecanicismo biológico, era el asociacionismo psicológico. La psicología de la forma (Gestalt-Theorie) postula que, en el fenómeno psicológico, el todo es antes que la parte, tal como ocurre en la sensación, que es global y no elemental, y que no puede haber variantes en una parte del organismo, sin que instantáneamente, este último ponga en juego mecanismos compensadores (autorregulación dinámica del organismo). Este mecanicismo regulador es esencialmente idéntico a la sincinesis de Von Monakow y Mourgue, que a su vez, no difiere fundamentalmente de la vis medicatrix naturae de los antiguos.

Por otra parte, Bleuler y Driesch habían hablado de unos misteriosos "servicios de información" (¿acaso las hormonas y/o sistemas enzimáticos?) que hacen que el todo esté a cada momento en contacto con cada una de las partes, y también de una "memoria" tisular, que ambos llamaban lo psicoide o lo psicoide, de los cuales, el verdadero psiquismo, no sería sino el psicoide superior y más evolucionado.

Uno de los más conspicuos gestaltistas, Kurt Goldstein, en colaboración con Gelh, estudiando el caso Schneider, un herido cerebral, ha realizado un nuevo planteo de las afasias que pretende superar las discrepancias entre los localizacionistas y los antilocalizacionistas. Sus conceptos sobre "fondo" y "figura" y su diferente afectación en los diversos enfermos afásicos han sido muy fructíferos, y en cierto modo han guiado al neurofisiopatólogo español Justo Gonzalo a la distinción entre el síndrome central y los síndromes periféricos en las lesiones cerebrales.

La gran tentativa de Kleist, basada también en sus estudios en heridos cerebrales de guerra, para localizar determinados síntomas en sus regiones correspondientes, a pesar de su gran envergadura y rigor metodológico, parece destinada a fracasar como teoría neolocalizacionista, pero no es posible negar que las relaciones entre síntomas y sitio de la lesión existen y pueden ser rigurosamente controladas por la clínica y la experimentación. Los modernos estudios sobre el diencefalo y sus funciones, emprendidos por escuelas muy distintas, así parecen demostrarlo, desde las fisiológicas de Hess, Fulton y Papez, hasta las neofisiológicas de Cushing y Kenneth Livingston, pasando por las de Grinker y Spiegel, y sobre todo, la de Demorsier, con su concepto, bastante vago por cierto, de diencefalosis.

En general, puede decirse a este respecto que se puede aceptar que los pretendidos



SPENGLER  
pensador alemán que  
fijó para el año 2200  
el final del periodo  
evolutivo de la civilización  
de occidente.

centros cerebrales son centros de lesión y no centros de función, y que existen varios sitios del neuroeje EN RELACION con la misma función, lo que ha conducido al concepto de los niveles de función. Tomemos como ejemplo la función vasopresora. Experimental y clínicamente, podemos demostrar que, desde la corteza prerrolándica, en las áreas 4 y 6, hasta la médula espinal y ganglios periféricos, pasando por el hipotálamo, se encuentran zonas relacionadas con la regulación de la presión arterial. Los mecanicistas y patólogos funcionales se darían por satisfechos con esto. Pero los partidarios de la medicina psicosomática alegan, con razones clínicas no menos importantes, que, aparte la relativa autonomía de que puedan gozar estos "centros", ellos están influidos predominantemente por los afectos, voliciones o pensamientos del sujeto, o por los instintos o afectos del animal de experiencia, según que, por ejemplo, este último esté o no anestesiado.

¿Qué quiere decir todo esto? Por una parte, estas teorías biológicas implican la necesidad de una medicina holista, totalista o global. Hay que tratar al hombre enfermo, y no al órgano enfermo. Pero, en ¿qué se basan? ¿Cuál es la composición química o la estructura física de los mentados "servicios de información"? ¿Se pueden demostrar y dosar por métodos de laboratorio? Indudablemente no, al menos por ahora. Todo se basa en conceptos, en especulaciones filosóficas más o menos bien enhebradas, pero carentes de base concreta, y POR TANTO CIENTÍFICA. Este es el

**FREUD**  
en el origen de todas las religiones encuentra dominante el pensamiento mágico y angustioso.

principal argumento de los médicos mecanicistas. Sin advertir que sus hábitos científicos inveterados los conducen, o pueden conducir, al socorrido y habitual error de no considerar como cosa científica la intuición, olvidando en este terreno la ingente labor bergsoniana, que a su vez tiene antecedentes en los alejandrinos Porfirio y Plotino.

No obstante todas las objeciones apuntadas, los clínicos de Heidelberg, bajo la dirección de Von Weizsäcker, han superado las dos etapas previas, de la medicina mecanicista y de la psicosomática, y han dado lugar al florecimiento de la medicina antropológica, término acuñado por el jefe de la escuela, aunque posteriormente se demostrara insatisfecho de él, cosa muy explicable si se tiene en cuenta las dificultades que ofrece el englobar en una o dos palabras lo suficientemente claras y concisas conceptos tan vastos, en el terreno médico y filosófico, como los que implican las nuevas orientaciones.

Para afirmar esto que decimos, tomemos como ejemplo la denominación de medicina psicosomática, que indudablemente ha hecho fortuna en el mundo entero. Este tér-

mino, ambiguo de por sí, consagra sin quererlo, precisamente, el dualismo que se pretende superar. Por otra parte ¿qué es lo psíquico y qué lo somático? Volveremos, no hay duda, por este camino, a la interminable, y a nuestro juicio, bizantina, discusión sobre el paralelismo psicofísico y la acción recíproca, sobre la relación cuerpo-alma, de índole netamente filosófica, sin llegar a ninguna conclusión. Vale más adscribirse a un monismo neutro, como hace Goldstein, y abocarse a la consideración total del hombre enfermo, tanto en su vesícula como en su ira, en su reumatismo como en su relación de dependencia, y p. o. ceder en consecuencia.

En cambio, y contra la opinión del ilustre maestro de Heidelberg, creemos que el término de medicina antropológica denota bien lo que se quiere decir: una consideración global del hombre enfermo, en su cuerpo, su alma y su espíritu, abandonando así la medicina de tipo veterinario (dicho sea sin intención peyorativa) que sólo consideraba en el hombre los trastornos de su soma, desentendiéndose del resto de sus componentes humanos.

Medicina del hombre integral: he ahí la orientación que debe seguir un verdadero médico antropólogo, y a nuestro juicio, el término elegido es suficientemente claro y comprensivo.

La aceptación del concepto de medicina antropológica implica un triple punto de vista terapéutico: biológico o somático, psíquico y espiritual, y esto en todas las afecciones que comprometan la salud, salvo los casos excepcionales de enfermedad muy leves. Sin embargo, aun éstos plantean problemas globales. La presencia de una aguja en un dedo, tolerada durante más de 20 años, puede plantear el problema de un reumatismo defensivo; la tentativa de operar por enésima vez una pequeña cicatriz de rostro, el de una enmascarada melancolía, seguida de un suicidio real. Estas no son abstracciones ni posibilidades, sino casos concretos de nuestra práctica profesional.

Como dice Viktor Frankl, junto o en lugar de la simple psicoterapia se debe realizar una logoterapia, siendo la primera una simple terapia psíquica, atendida a los hechos como son, la segunda una terapia espiritual, o sea, de los hechos y de la conducta como deben ser. A este respecto se plantea la delicada cuestión de las convicciones del médico frente a las del enfermo, en la que no podemos entrar a fondo aquí. En tesis general, se debe respetar las del enfermo. Si ambas coinciden, tanto mejor, siempre y cuando no contravengan la moral consuetudinaria y la ley escrita.

La medicina antropológica difiere, pues, fundamentalmente, de la psicosomática, en que la primera entra de lleno en el terreno moral y filosófico, y se podría decir, además, que se trata de una terapia más activa.

Por este camino se ha llegado, como era de esperar en rigor de lógica, a la cuarta etapa o posición de la medicina contemporánea, a la que sus fundadores han dado el nombre de medicina de la persona. En el año 1947, una pléyade de distinguidos médicos, entre los cuales se puede citar al propio Von Weizsäcker, O.elli, Tournier, Plattner, Siebeck y otros no menos ilustres, se reunieron en el viejo castillo de la pe-

queña localidad suiza de Bossey y dieron a luz un manifiesto que ha sido publicado hace poco más de un año por la Universidad de Buenos Aires, a través del artículo de un comentarista español aparecido en las Actas Luso-Españolas de Neurología y Psiquiatría, a cuya consulta remito a los estudiosos que deseen informarse mejor sobre su espíritu y contenido. En esencia, la medicina de la persona considera a la enfermedad como una oportunidad para volverse a sí mismo y encontrarse con Dios. Por tanto, se trata de una medicina eminentemente pastoral, de la cual da buena muestra el libro de Paul Tournier, titulado "Medicina de la Persona". El médico viene a ser así una especie de sacerdote laico, investido cada vez más de los atributos mágicos del ministerio divino, con cargo de llevar él mismo una vida personal y profesional purísima, difícilmente accesible a quienes carezcan de un mínimo de fe y vocación religiosa.

Lo curioso del caso es que esta reunión de médicos fué lo suficientemente heterogénea como para que se frecuentaran y comprendieran colegas de las más distintas confesiones religiosas, que parecieron hallarse muy cómodos, aunque firmes en sus respectivas posiciones. No hace falta recalcar los innumerables beneficios que podrían derivarse de un tal hermandad, en cuanto a estimular la tolerancia y suprimir el fanatismo religioso, y en lo que hace a la tendencia a elevar, junto con el nivel cultural y técnico, el acervo moral y la virtud de este nuevo género de pastores de almas.

Podría discutirse si un médico ateo tendría cabida dentro de esta novedosa consideración del problema del hombre enfermo. Estimo que sí, por varias razones. En primer lugar, la posición atea no implica forzosamente un escepticismo radical. Muchos médicos ateos creen en la existencia de un principio universal que, por circunstancias diversas, se resisten a identificar con la idea de Dios. Muchos hablan con entusiasmo de la entelequia aristotélica o de su versión moderna, que se debe fundamentalmente a Driesch y Klages, o del principio formador y curativo (Sineidesis de Von Monakow y Mourgué). Los homeópatas de religión protestante (lo que no impide que buen número de sus continuadores sean ateos o católicos) planean en un terreno parecido. Compárese, por ejemplo, la citada afirmación del manifiesto de Bossey con esta otra, que puede leerse en un libro del homeópata Allen: "No podemos ocultar nada de la Ley, porque la Ley es una revelación... No hay nada en la existencia que no esté gobernado por ley... pero hay una ley que gobierna la vida y la salud, una ley que gobierna la enfermedad y una ley que gobierna la cura..."

Finalmente, es muy común que médicos ateos sean adeptos de las disciplinas orientales como el yoga o el karma, y sus prácticas terapéuticas, lo que prueba por lo menos dos cosas: que están más cerca de la idea de Dios de lo que ellos mismos creen, y que se encuentran, en parte al menos, dominados por el pensamiento mágico, angustioso que, según Freud, se encuentra más o menos latente en el origen de las religiones. El ejemplo de Jüing con la sombra y el sí mismo, los aquetipos y mandalas, es suficientemente demostrativo.

Por otra parte, la medicina de la persona contiene un postulado metodológico funda-

mental, que la hace accesible a cualquier médico que comprenda la esencia del ser humano y quiera ser útil a su enfermo: la necesidad de que sea el propio enfermo quien, ayudado por el médico, descubra el sentido de su enfermedad y la oportunidad de su redención, o en su caso, de su reencuentro con su destino.

En el fondo, las tres direcciones no exclusivamente materialistas de la medicina contemporánea, coinciden en un punto: la enfermedad no es una casualidad, sino un acontecimiento nefasto que puede transformarse en fasto si la habilidad y competencia del médico coinciden con la voluntad y comprensión del enfermo. Por todas estas razones no creo que deban disputar tenazmente, porque en lo que se refiere a los procedimientos y objetivos del acto médico, están más cercanas de lo que a primera vista pudiera parecer. Cada uno elegirá el camino más de acuerdo con sus convicciones y las características del enfermo y la enfermedad. Lo que es evidente es que el solo planteamiento de estas posiciones indica la radical insuficiencia de la medicina clásica, mecanicista, como es aún concebida por espíritus obcecados o despectivos.

Vaya lo que acabamos de decir a simple título de opinión personal. Pero no perdamos de vista el hecho de que, en los últimos lustros de lo que va corrido de nuestro siglo, otras corrientes de pensamiento se oponen entre sí y con las que anteceden, tratando de mantenerse en un plano estrictamente fisiológico, de excluir o desconocer el fenómeno psicológico, o por lo menos reconocerlo sólo en sus manifestaciones aparentes, dejando de lado sus motivaciones íntimas, que no son susceptibles de ser abordadas sino por el método introspectivo y otros similares. Los ejemplos más relevantes son la escuela reflexológica rusa y el conductismo norteamericano, ambas llamadas acertadamente psicologías de reacción.

La apreciación del hecho psicológico exclusivamente por la conducta tiene, indudablemente, grandes ventajas metodológicas. Se trata de comprobar hechos objetivos, no susceptibles de dos interpretaciones iguales para todos los observadores. A este respecto, su fundador, Watson, ha adoptado posturas sucesivas que van desde un escepticismo radical hasta la admisión de la posibilidad de demostración de algunos hechos subjetivos, y algo análogo ha ocurrido con sus discípulos y continuadores.

Análogo fenómeno ocurre entre los reflexólogos. En su primera época, Pavlov se refería despectivamente a los psicólogos y psiquiatras y en sus laboratorios existían sanciones para los que se expresaran en el lenguaje psicológico corriente. Todo esto ha cambiado fundamentalmente. Ya Bechterew, en su obra fundamental, sostenía la necesidad de tomar en cuenta los hechos subjetivos, e Ischlondsky, en uno de sus últimos libros lo dice claramente: "De lo dicho arriba no debe concluirse que yo rechace el conocimiento psicológico subjetivo. Nada sería más erróneo que tal deducción. La mejor prueba de que la información psicológica subjetiva puede ser valiosa, la suministran las primeras descripciones de Freud, muchas de las cuales son obras maestras de observación precisa y científica". Aquí se nota, dicho sea de paso, la tendencia de la escuela reflexológica a pac-

tar con el psicoanálisis, que a su vez, anhela dar a sus teorías una base fisiológica, tendencia muy cultivada, entre otros, por Gavrílov, actualmente en la Argentina, en dos libros publicados en el curso de la última década.

Sin embargo, la interpretación de los fenómenos de inducción, excitación e inhibición es de corte mecanicista, así como el empeño en explicar, mediante estos fenómenos, las llamadas neurosis experimentales. Baruk y de Jong, en el estudio de la catatonía experimental por la bulbocapnina, han incurrido en análogo o parecido error, que consiste en no diferenciar básicamente lo que es una neurosis o una catatonía de los fenómenos quinéticos o musculares que las traducen. Henry Ey, en un trabajo publicado en 1947 en "L'Evolution Psychiatrique" hizo notar algunas de estas circunstancias, incluso con acritud, como cuando dice que "el malestar que se experimenta cuando se leen todos los trabajos de Bechterew y Pavlov, o los innumerables trabajos de reflexología, expresa el carácter de insostenible vanidad que, a través de tantos hechos fastidiosos, se dedican a descripciones minuciosas que giran en redondo (en castellano diríamos dar vueltas a la noria), no abordan el fondo del problema y dejan en suspenso el más importante de ellos". En la subsiguiente discusión, con la participación de Tusques, Cenac y Parcheminey, a pesar de la diversidad de opiniones, si bien se admitió la necesaria participación psicológica en el fenómeno biológico y psicopatológico, no quedó muy bien parada la ortodoxia reflexológica.

Por su parte, Katz, al considerar el problema de los métodos en psicología animal, comparándolos con los de la psicología infantil, advierte que algunos problemas de esta última pueden ser resueltos por el conductismo, pero otros no, porque ello implicaría una postura antropomórfica insostenible, y agrega: "¿Cómo podemos esperar llegar a una conclusión fija respecto a lo que ocurre en la conciencia de un animal, un chimpancé, por ejemplo, cuando ejecuta un acto definido en situaciones concretas, cuando ni siquiera podemos decir lo que pasa en la cabeza del ser humano que trata de resolver el problema?".

Una modernísima tentativa de comprender la acción del sistema nervioso en el hombre y en los animales, también de pura estirpe mecanicista, es la postura adoptada por Weiner, creador de la cibernética, y sus colaboradores que desde hace un lustro se dedican a la fabricación de robots electrónicos con mecanismo de Feed-back, asimilados a los circuitos reverberantes, cuyo papel en la génesis de las convulsiones epilépticas ha sido puesto de manifiesto, entre otros, por Obrador Alcalde. El parentesco entre el fenómeno electrónico y ciertos mecanismos cerebrales ha pretendido demostrarse como tan próximo, que ha llegado a decirse que, cuando la tortuga electrónica de Gray Walter se descompone, debe aplicársele un golpe, de igual manera que el hombre enfermo al que se aplica un electroshock. Esta afirmación ha sido jocosamente comentada por Lhermitte en un difundido libro, y constituye otro error de interpretación, desde que eso implicaría aceptar que la terapia electroconvulsivante y otras similares actúan solamente como sismoterapia, olvidando todo lo que han escrito Delay y otros autores, y lo que se

conocen sobre estimulación de los sistemas orto y parasimpáticos.

Desde luego, no deben subestimarse los trabajos de esta escuela, pero sí apreciarse cuidadosamente sus resultados sin ilusionarse con analogías más o menos superficiales.

La atribución del fenómeno psicológico a variaciones corporales metabólicas, endocrinas u otras, es también susceptible de grandes objeciones. Digamos ante todo que esta tendencia está muy difundida en la actualidad. Chauchard, Abely y colaboradores, Samarro Puig, entre otros, han escrito sendos trabajos sobre causalidad somática en psiquiatría, en algunos casos sin discriminar adecuadamente cuál es la causa y el efecto y aun la relación cronológica entre uno y otro. La postura contraria ha sido adoptada por Gesell y Amatruda, quienes no ven, en la etiología de la oligofrenias, otra influencia relevante que la del tiroideo en el cretinismo. Por su parte, el endocrinólogo norteamericano Soskin, al revisar, en un libro reciente, las influencias endocrinas admitidas clásicamente sobre la obesidad, concluye que los dismetabolismos de esta clase obedecen predominantemente a causas emocionales, tal como lo había demostrado Dumber y nosotros mismos hemos tenido oportunidad de comprobar.

Esto no obsta para que se hayan obtenido buenos resultados con distintas terapias hormonales, suprarrenales, gonadales, tiroideas, hipofisarias, etc., sobre determinados cuadros psíquicos o psicósomáticos, tales como las reacciones depresivas, asma, dermatosis diversas, enfermedades reumatoideas y otras cuya enumeración sería demasiado larga.

Dentro de este tipo de medicación podríamos incluir a la vitamínoterapia, cuyo uso y abuso está extendido. Los reiterados éxitos y fracasos de las terapias vitamínicas y endocrinas en cuadros de etiología dudosa, tales como la epilepsia, el síndrome de Cushing, el de Froelich, la anorexia nerviosa, las llamadas diencefalos y otros, prueban fehacientemente que aún no estamos en condiciones de afirmar ninguna etiología, y por tanto, ninguna terapéutica como específica.

Dentro del grupo de drogas de acción no específica podemos incluir el ácido glutámico, los derivados del ácido succínico, la amfetamina y otros preparados de síntesis, como son los gangliopléjicos, de que nos ocuparemos más detenidamente.

Pero no hay duda de que los mayores esfuerzos para lograr resultados curativos en psiquiatría y en psicopatología por procedimientos biológicos, están representados por las terapéuticas de shock (insulina y cardiazolterapia, acetilcolina, electroshock y otras similares), lo suficientemente difun-



DESCARTES  
su filosofía tuvo influencia en la lucha entre las tendencias hipocráticas y la de los anatomistas.

didas como para dispensarnos de entrar en mayores consideraciones.

En cambio, es necesario abundar en el aspecto general de las tentativas quirúrgicas. La psicocirugía en sus formas más difundidas (lobotomías clásicas y transorbitarias, topectomías, under-cutting, talamotomías, hemisferectomías), representa seguramente, al lado de la moderna cirugía del corazón y de los vasos, una de las más audaces y promisorias tentativas de las que haya mención en la historia de la medicina.

Por otra parte, como se ha dicho más arriba, ellas han tenido como consecuencia directa, una profunda modificación del concepto clásico en lo que a la fisiología del sistema nervioso se refiere, y en especial a la teoría de las localizaciones cerebrales. Nadie ignora la importancia acaso exagerada que se asigna en la actualidad al diencefalo y al cerebro interno, no sólo en relación a fenómenos psicopatológicos de lo más variados, sino también a las más importantes

funciones viscerales, tales como la presión arterial, termorregulación, ritmos hipnóticos, metabolismo hídrico y glúcido, motilidad lisa, etc., solos o en combinación con la hipófisis. El mismo cortex cerebral no ha escapado a esta revisión, y hoy parece fuera de duda la existencia de áreas cerebrales en relación a las funciones enumeradas.

Esto ha traído como directas consecuencias la desaparición de la distinción tajante entre vida orgánica y de relación, integrada por el sistema centro-encefálico reticular, la negación de la supuesta autonomía, postulada por Langley, del sistema neurovegetativo, la

## SPIEGEL

perteneciente a la moderna escuela neuroquirúrgica que estudió el diencefalo y sus funciones.

aparición del criterio de los niveles de función y el poderoso apoyo que todas estas nociones aportan al concepto global, holista, estructural, no sólo del psiquismo sino del organismo in toto.

De acuerdo a lo que llevamos dicho, no es posible admitir hoy, salvo casos excepcionales, la existencia de enfermedades localizadas, ya que el organismo, más aún, el ser viviente, es el que enferma como una unidad biológica total.

Véase, por otra parte, cómo los trabajos experimentales de índole más organicista han llevado, por una vía inesperada, a contradecir las más caras aspiraciones de Wirtchow. ¿Qué significan, por ejemplo, las extirpaciones realizadas primero por Penfield y luego por Kenneth Livingston, tanto con fines clínicos como experimentales, de las áreas cerebrales 11, 13, 24 y 32? Es cierto, por una parte, que sus efectos más notables cursan en las esferas de la emotividad, de la actividad psíquica y muscular, de la conducta y del comportamiento social, pero, ¿se pueden desconocer las notables transformaciones metabólicas, endocrinas, vegetativas y muchas otras que ocurren paralelamente?

Las intervenciones citadas, se admite generalmente, carecen de acción sobre los fe-

nómenos noéticos, pero no ocurre así con las lobotomías, especialmente las realizadas con la técnica de Freeman y Watts, cuyas curiosas secuelas implican una modificación de la personalidad global, llamadas muy acertadamente por Barahona Fernandes sintomatización regresiva, a causa de una desconexión entre el cortex y sus zonas de proyección, especialmente el núcleo dorso medial del tálamo.

Aparte de las limitaciones vitales que dichas secuelas implican, interesa hacer notar desde el punto de vista de este trabajo, que las citadas intervenciones no modifican tanto los fenómenos en sí, cuanto la repercusión afectiva, las proyecciones, y, en general, la reacción del enfermo frente a la enfermedad. Así, por ejemplo, no desaparece el dolor en los cánceres viscerales, pero sí la angustia y el temor a la muerte, no las fobias, pero sí los mecanismos de defensa y el ceremonial neurótico. El enfermo contempla los fenómenos patológicos como si no ocurrieran dentro de sí, como si se tratara de una historia que le están contando, mecanismo que en esencia es distinto de la racionalización, y más aún, de la sublimación psicoanalítica. El hombre psicoquirúrgico no transforma ni elabora su problema, sino que directamente se desentiende de él, lo elude, le da un rodeo, lo proclama inexistente, lo que, desde luego, podrá no ser un proceso curativo, pero actúa como si lo fuera. No de otra manera se comporta la lobotomía transorbitaria a lo Flamberti, realizada últimamente por Sargent, en un centenar de enfermos psicósomáticos (asma, enfermedades reumatoideas, dermatosis diversas, alérgicas o no). ¿Qué interesa, desde el punto de vista de la salud y sobre todo del bienestar general, comprendidas la recuperación de diversas aptitudes, la de trabajar, adaptarse socialmente, sentirse curado, que el sujeto siga siendo potencialmente un asmático, si no tiene ataques, o aun teniéndolos, no les asigna la importancia terrorífica de antes?

Los que paran muchas mentes en la importancia de estas intervenciones, que deben considerarse de cirugía mayor, por su técnica, riesgos operatorios y no pocas consecuencias desagradables, frente a la presunta levedad de las enfermedades que curan o mejoran, deben sentirse satisfechos de la aparición en el mercado del nuevo grupo de medicamentos de síntesis llamados gangliopléjicos, o neuropléjicos, según los casos, que tendrían una acción antisináptica notable, a tal punto que Laborit y otros han podido hablar con ciertas reservas, de una lobotomía química. Tal lobotomía implicaría una desconexión del cortex cerebral de sus zonas proyección, especialmente diencefálica, de tal modo que las emociones primarias, radicadas, según toda probabilidad, al segundo nivel, no serían elaboradas, en el primero. En la terminología reflexológica, ello implicaría tanto como poner fuera de acción a los analizadores cerebrales (para una de esas drogas por lo menos se ha demostrado que es capaz de suprimir los reflejos condicionados).

La experiencia clínica que nosotros hemos adquirido hasta ahora demuestra, salvo los casos de fracaso absoluto, que esta acción supuesta puede admitirse legítimamente. Así, por ejemplo, hemos visto enfermos afectos de neuralgias del trigémino, rebeldes a las infiltraciones y otros tratamientos médicos o quirúrgicos, quedar importancia al dolor y desaparecer nosofobias cancerosas, hasta el punto de pedir espontáneamente

la supresión de la morfina que se había usado. De igual manera hemos visto desaparecer fobias e ideas obsesivas, convertir en lógico el pensamiento mágico-angustioso de las neurosis de abandono, rebajar la euforia de los maníacos, desaparecer las ideas de culpabilidad en los melancólicos. Junto con esto, naturalmente, hemos visto disminuir la presión arterial y la temperatura, desaparecer los vómitos neuróticos, y otra serie de fenómenos netamente corporales, aunque con un componente psíquico importante. Por su parte, los cirujanos generales y los pediatras los han usado con éxito para sus fines específicos, como invernación y potencialización de analgésicos, hipnóticos y analgésicos.

Esta desconexión temporaria de su mal y de su medio ambiente que se obtiene transitoriamente en los tratamientos ambulatorios con la medicación gangliopléjica es más extensa y profunda cuando se realiza la narcosis prolongada, que parece especialmente apta para mejorar los síntomas de las enfermedades llamadas psicósomáticas. Hasta ahora no se sabe con certeza cómo actúa esta terapéutica, habiendo sido muchas las teorías propuestas, pero parece indudable que no es ajena a su acción la supresión casi absoluta de los estímulos catabólicos y el aumento de los anabólicos a nivel del hipotálamo, así como la supresión del dolor, espasmos, angustia, problemas conflictuales, etcétera. Brisset, Gachkel y otro, en un trabajo reciente, han hecho notar que durante la narcosis parece producirse una regresión hasta los estratos más inferiores del psiquismo infantil, notable en los momentos en que el sujeto está en estado semivigil o despierto, lo que vendría a demostrar dos cosas: primero, la verdad de las afirmaciones de Freud y su escuela, sobre mecanismos infantiles reprimidos en las neurosis orgánicas por conversión, y segundo, un cierto papel catártico de la supresión del estrato psíquico superior, según la terminología de Jackson, Ey y Rouart, lo que justificaría una psicoterapia concomitante.

La psicocirugía y las llamadas lobotomías químicas se parecen, pues, no sólo sus resultados terapéuticos, sino en que ambos dan pie para una interpretación de la enfermedad. Esta supone, no solamente el mal en sí, que tal vez no sería susceptible de supresión por este medio, sino su repercusión sobre la personalidad (especialmente los afectos) y la vitalidad general. El mejoramiento de esta última explicaría en gran parte los efectos de la narcosis prolongada, la cual no significaría otra cosa que una tregua para hacer aceptar al enfermo otras o las mismas medicaciones que antes habían fracasado, las cuales podrían actuar mejor en un terreno fortificado, mejor abonado, podríamos decir.

Todas las terapéuticas que hasta ahora hemos mencionado, implican de alguna manera, una cierta acción psicoterapéutica, pero los laboratorios siguen produciendo, en grandes cantidades y a ritmo acelerado, nuevos productos hormonales, antibióticos y compuestos vitamínicos, que parecen estar exentos de ella. La eficacia de estos productos es extraordinaria, pero, de acuerdo a lo que sabemos hoy, no es inverosímil que su acción se vea considerablemente favorecida por la gran aceptación que entre el público han tenido, a tal punto que se las considera como verdaderas panaceas.

No deben olvidarse, a este respecto, las curiosas experiencias de Metalnikoff, inyectando a animales, por vía intraperitoneal,

cultivos microbianos que producían diversos tipos de exudados. El experimento se modificaba haciendo oír al animal un toque de campana al tiempo que se hacía la inyección, o antes, de modo a provocar reflejos condicionados. Luego bastaba el sonido de la campana para producir el exudado. Sería interesante comprobar, por ejemplo, si condicionando un reflejo de esta índole, el sonido de la campana u otra señal, podría producir una disminución de la temperatura del animal.

¿Qué de extraño tiene, pues, que los enfermos, que acogen tan favorablemente la acción de cualquier específico sobre dolencias mínimas, se sientan verdaderamente resucitados con anticipación cuando se les anuncia que se les va a indicar un antibiótico todopoderoso? Muy lejos de nuestro espíritu, naturalmente, retacear la importancia de estos productos en cierto modo maravillosos, pero debemos hacer resaltar que su merecido prestigio contribuye no poco a su eficacia terapéutica.

#### IV — INTEGRACION DE ESTOS CONCEPTOS DENTRO DE LA CONCEPCION SPENGLERIANA.

De acuerdo a lo que llevamos dicho, la psicocirugía, los gangliopléjicos, los antibióticos y demás terapéuticas biológicas que influyen por igual el soma y la psique, representan, sin proponérselo y cada una por su lado, un gigantesco esfuerzo para resolver los problemas médicos de la manera más técnica posible, vale decir, dentro de una estructura civilizada de la medicina.

A su vez, la psicoterapia, el psicoanálisis y sobre todo el análisis existencial, exteriorizan una tendencia que podríamos llamar *culta* dentro del ámbito de la medicina.

Dice Spengler que en Alejandría, ciudad que floreció al final de la cultura griega, en

el período helenístico, no había artistas, pero estaba llena de ingenieros. Las modernas técnicas de exploración del corazón y de los vasos, la construcción de robots electrónicos y de aparatos mecánicos que permiten localizar e intervenir quirúrgicamente lesiones cerebrales, la electroencefalografía, etcétera, son otras tantas obras de ingeniería médica, cuyo dominio técnico exige amplios conocimientos físicos y frío razonamiento. Los hombres que las abordan son a la vez racionalistas en quienes la emoción no puede privar sobre la inteligencia.

Inversamente, los cultores de la psicoterapia son o deben ser, a despecho de lo que diga el psicoanálisis, hombres emotivos, empáticos, y comprensibles por el enfermo.

Podríamos decir con el filósofo alemán, que el psicoterapeuta es al neurocirujano, lo que el griego era al romano. Este último es el hombre técnico, hecho de números y hacedor de milagros increíbles; el primero es el instintivo-intuitivo, emocional antes que técnico, lo mismo que su actividad, siempre dispuesta a nutrirse de improvisación y hasta de adivinanza. Pensamiento lógico y mágico: he ahí la antinomia psicológica.

Según Spengler, en las épocas de decadencia siempre aparece algún movimiento social o filosófico de orden emocional, última esperanza de las gentes emocionales; tal el budismo, el estoicismo y el socialismo. Si es cierto que estamos en una época postrimera, las corrientes espiritualistas dentro de la medicina representarían una especie de estoicismo contemporáneo que puede o no sucumbir (lo primero más probable) frente a los progresos de la técnica mecánica.

A mayor abundamiento, los trabajos de los investigadores del sistema nervioso parecen querer aventar esta última esperanza, desde que no se admite en el problema de la relación cuerpo-alma, ni acción recíproca, ni paralelismo. Todo es unitario en el orga-

nismo, desde que nada hay en él que sea puramente biológico ni puramente psíquico. En su excelente libro "Cuerpo y alma", dice de manera contundente Xavier Zubiri: "La unidad psicofísica no es causal, sino estructural, como tantos hechos físicos cuyas leyes son igualmente estructurales y no causales (la gravitación, la distribución de las funciones que definen el posible estado del átomo, etcétera)".

Siendo así, nosotros, médicos, podemos y debemos modificar nuestros hábitos mentales y hasta la terminología. De esta manera, no podrá haber especialidades psicológicas o psiquiátricas, o por mejor decir, la especialización deberá versar sobre las técnicas y no sobre el conocimiento científico. La antropología y la psicología deben ser del dominio de todos antes que campos limitados a un grupo de médicos que hayan hecho de esta ciencia objeto de su predilección. He ahí el deber de las universidades del futuro, si quieren cumplir el papel que la sociedad les asigna: la formación de médicos que no piensen en biólogos, ni en psicólogos, sino que adquieran la costumbre y el lenguaje de un monismo neutro, que mida con el mismo rasero las dos vertientes desde las cuales se observa el hecho único de la estructura del hombre enfermo.



PARACELSO

cuya medicina estuvo ligada al barroco y al romanticismo junto con la de Sydenham y Paré.

## EXPEDICIONES OCEANOGRÁFICAS

(Continuación de la pág. 47)

La dinámica de este fenómeno no ha sido explicada aún, pero la masa de la corriente del Brasil se encuentra en esa área con el agua subantártica y el agua del río de la Plata está presente más hacia el oeste. La figura 4 muestra la distribución de la temperatura a 50 metros. En las figuras 5 y 6 están trazadas las isosalinas en superficie y a 50 metros de profundidad. La distribución de la salinidad no aclara mucho el fenómeno descrito. La figura 7 muestra la distribución del fosfato en superficie y un perfil vertical en la estación I sobre el talud continental.

La distribución del fosfato en la superficie indica muy claramente que la masa de agua de la corriente del Brasil es pobre en fosfato (30 mg/m<sup>3</sup> en superficie y 12 mg/m<sup>3</sup> entre los 30 y 200 metros) comparada con la masa de agua fría del Sud (80 a 120 mg/m<sup>3</sup>).

Existen varios centros de aguas de afloramiento a lo largo del borde de la plataforma, pero hasta ahora únicamente hemos identificado dos caracterizados por la baja temperatura, alta salinidad y alta concentración de fosfatos.

Con respecto al plancton, pueden dis-

tinguirse tres zonas principales: (fig. 8)

**I. Zona de diatomeas (algas unicelulares):** Caracterizada por la abundancia del fitoplancton y el predominio de *Biddulphis chinensis*.

**II. Zona de globigerina (protozoo del grupo de los Foraminíferos):** Más zooplancton pobre, con predominio de globigerina y forma subantárticas, tales como *Ceratium pentagonum robustum*, *Ceratium lineatum* y *Eutimninus australis*.

**III. Zona de plancton tropical:** Formas planctónicas tropicales con otras del plancton subantártico. En esta zona se registraron especies nuevas para el mar argentino.

Los resultados de estos cruceros, realizados en 1954, pueden sintetizarse en:

1º) La temperatura del agua decrece desde la costa en dirección al talud continental. 2º) La zona costera tiene una gran amplitud anual en la temperatura del agua marina (de 10° C o más). 3º) Hacia el este del talud y sud de la corriente del Brasil la amplitud de variación de la temperatura es del orden de los 3° C. 4º) A lo largo del borde de la

plataforma existen varios centros de "upwelling" caracterizados por su baja temperatura, alta salinidad y alto contenido de fosfato. 5º) Las aguas de afloramiento se extienden hacia la costa, mezclándose con otras masas de agua, de las cuales las más importantes son: el agua subantártica, el agua tropical, el agua del río de la Plata y las aguas estancadas de la plataforma en sí. 6º) En la plataforma continental predominan las corrientes de mareas, mientras que en la zona del talud son las corrientes subantárticas y del Brasil las más importantes.

Los estudios referentes a las poblaciones de peces presentes y su correlación con el medio es en la actualidad motivo de intenso estudio del personal científico del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia y del Departamento de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de Agricultura y Ganadería; y será motivo de un artículo posterior.

La Marina de Guerra a través de su organismo técnico, la Dirección General de Navegación e Hidrografía, quiere dejar constancia de la visión de las auto-

(Continúa en la pág. 100)

*El secretario de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, capitán de navío P. Iraolagoitia; el presidente de la C.G.E. y otras autoridades, durante el acto inaugural de la interesante exposición.*

surgido del mundo plástico para competir en el culto con los de marfil. En lo biológico, un hipocampo se exhibe, nítido, dentro de una masa cristalina, y un langostino ofrece su aspecto de monstruo en miniatura desde el interior de una envoltura análoga. Hasta una sutil orquídea, esa deliciosa flor del trópico, muestra la suavidad de su belleza junto a tan diverso conjunto. El blanco purísimo de sus pétalos se prosterna ante el violado taciturno de sus terminaciones y palpita en los sensuales rizamientos de sus bordes. Pero se desvanece el arrobamiento de tanta hermosura en la afrentosa tarjeta que le acompaña: "orquídea de acetato de celulosa". La industria aun no aprendió a ser galante con las flores.

Buen número de paneles ubicados en "stands" que exhiben máquinas y aparatos diversos utilizados en la producción de los nuevos materiales, van dando cuenta al público visitante, no sólo de los procesos previos para la obtención de los materiales básicos, sino también de sus principios científicos y de la técnica industrial. Ante él, y por obra de un aparato casi culinario, un preparado informe vertido en un embudo reaparece todo pocos centímetros más adelante en una cinta de gran consistencia, aplicable a los más variados usos.

Una visita de cierto detenimiento y adecuada atención permite al público, por medio de dichos paneles y máquinas, formarse una idea clara acerca de los plásticos y otros nuevos materiales, como así también tomar conocimiento de la base científica de los mismos, que es el objeto primordial de la muestra, según declaró en el acto inaugural el profesor Mario Herrera Sanguinetti, delegado del Centro de Cooperación Científica de la UNESCO y director de la exposición.

"Nos sentiríamos muy satisfechos —agregó— si esta exposición lograra despertar el interés del público argentino." No hay duda que tales anhelos serán colmados, a juzgar

**H**A hecho un alto en los subterráneos de la avenida Nueve de Julio, entre Corrientes y Lavalle, la muestra de plásticos y nuevos materiales que, por iniciativa de la UNESCO, está realizando un cabotaje científico por países de nuestro continente, después de haber viajado por varios de Europa y Asia.

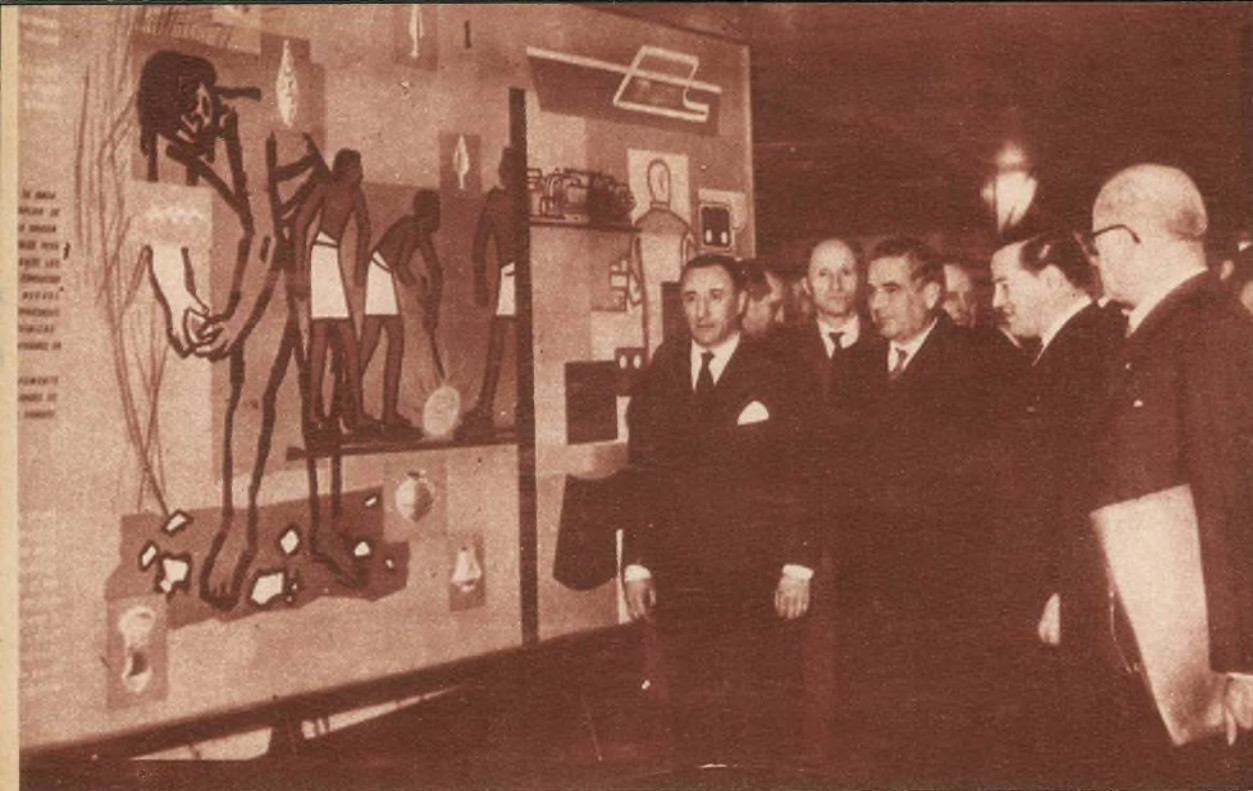
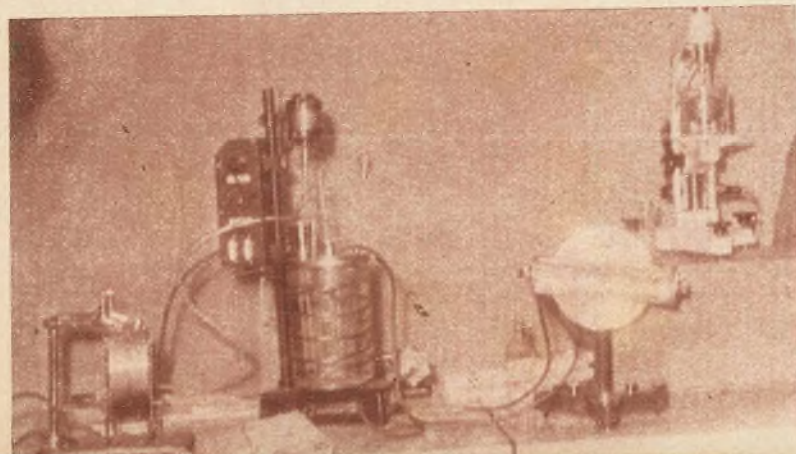
La exposición descubre la cortina sobre ese nuevo mundo de la actividad científica e industrial, para que el público se asome a un maravilloso paisaje creado por la inteligencia del hombre, trabajando con ardorosa vehemencia para simplificar y hacer más placida la vida de sus congéneres.

La difusión del plástico ha sido tan extraordinaria en los últimos tiempos, que puede afirmarse que casi ha llegado a parearse con el acero en cuanto a su importancia para resolver las necesidades de cualquier comunidad humana. En tal medida las fué invadiendo, que con él se formó

un humorismo, recomendando a pacientes cambiarse alguna parte afectada del cuerpo por otra de plástico. El visitante de la referida muestra, cuando se halla frente a las vitrinas

donde son expuestos algunos de los productos que se elaboran con esa materia, comprueba entonces que si hubo humorismo, él estuvo solamente en la intención, porque la pieza anatómica está ahí, ante sus ojos, lista para acudir con sus buenos oficios en auxilio de la cirugía. Cabezas femorales y otras piezas diversas para su implantación humana yacen en los estantes junto con un verdadero "mare magnum" de objetos, tales como sandalias, cascos de bombero, teléfonos, discos fonográficos, ovillos que parecen de hilo y otros que semejan lana. Un Buda ha

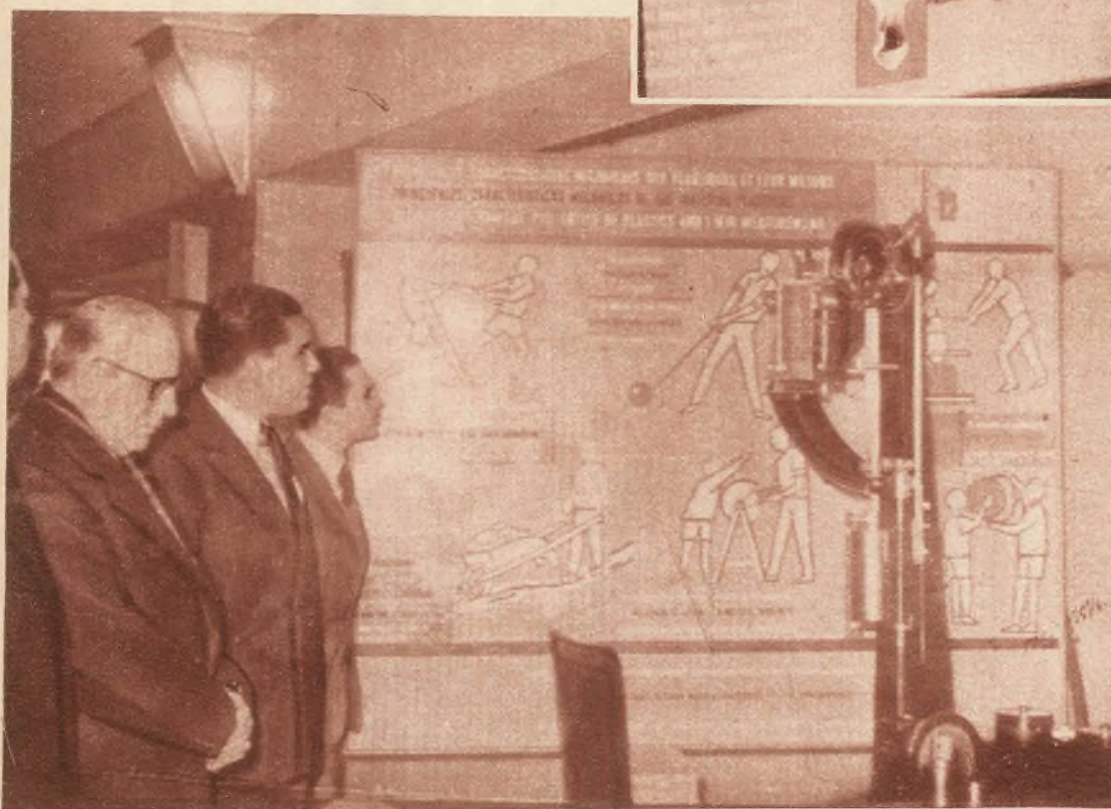
## INTIMIDAD DE LA CIENCIA Y DE LA TECNICA EN LA EXPOSICION DE PLASTICOS Y NUEVOS MATERIALES



por la extraordinaria concurrencia que se hizo presente en los días posteriores al de la habilitación, advirtiéndose la francamente interesada, tanto en la parte de nuevos materiales, que hemos venido comentando, como ante los treinta paneles que tratan de revelar el misterio del átomo. En efecto, mediante sencillas representaciones se exhibe la estructura íntima de la monstruosa deidad de nuestra era. Su tamaño, indicado por cifras a las que acompañan nutrida corte de ceros, como lo exige el protocolo de las altas matemáticas, deslumbra a los espectadores, produciendo en ellos ese estado de asombro que el eminente Einstein consideraba indispensable para llegar a la comprensión de todos los fenómenos del mundo



ESTA ACTIVIDAD HUMANA SE BASA EN GRAN PARTE EN EL EMPLEO DE MATERIALES NATURALES EN SU FORMA DE OBJETOS GRAN NATURALES PARA SER HACER ALGUNOS DE LOS PRODUCTOS DE LA QUIMICA MODERNA Y DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES (MATERIAS PLASTICAS Y OTRAS) OPERANDO A LA VEZ QUE ENCONTAMOS EN LA NATURALEZA DE ASI RESULTA UN EFICIENTE GOBIERNO DE LAS PRODUCCIONES DE CIENCIA Y DE INGENIERIA DEL HOMBRE MODERNO



Mediante grandes paneles instalados en la muestra se ilustró al público sobre diversos aspectos de los nuevos materiales y evolución histórica de los mismos.

Las principales características de los materiales plásticos se dieron a conocer al público mediante sencillos paneles completándose la ilustración con el trabajo de máquinas que funcionan en la muestra.

sición, en las que hizo referencia a los propósitos del Centro de Cooperación Científica de la UNESCO de llevar adelante, con ella, su misión de intercambio y divulgación científica, usó de la palabra el señor Angel R. Guzmán, en representación de la Confederación General Económica, quien manifestó, entre otras cosas: "Esta exposición que inauguramos, y que tiene a nuestros ojos más de maravilloso que de verdadero, constituye una muestra acabada de lo que el hombre ha obtenido en la etapa más moderna de su desarrollo, en su avance incesante por el camino de la historia en busca de las respuestas a sus constantes preguntas, a sus incesantes porqués."

Habló seguidamente el arquitecto Eduardo Pedro Giraud, representante de la Federación Argentina de la Industria Plástica, quien, tras hacer referencia a la obra cultural que realiza la UNESCO, dijo: "Nuestro país cuenta con plantas de energía atómica, industria metalúrgica afianzada, y se enorgullece a su vez ante la realidad que representa el hecho de contar en breve plazo con sus propias fuentes de materias primas aplicadas a la producción de los artículos plásticos. Este éxito corona el esfuerzo de hombres unidos en lucha

circundante y de las mismas obras del hombre. Desde luego, la curiosidad se dirige particularmente hacia el refugio de esa fuerza portentosa que encierra y que lo ha hecho tan temido, porque, hasta el presente, sólo se han podido conocer sus hazañas destructoras. Con tanta facilidad como lo permite tan abstrusa ciencia, se procura explicar cuanto de él se sabe, y si bien no es una completa lección de física nuclear, tiene la virtud, mediante un prodigio de síntesis, de proveer conocimientos de

indudable valor, sobre todo por qué se realiza con las aludidas representaciones, cuya elocuencia supera, en la misión que deben cumplir, a la de cualquier otra forma de ilustración.

Por todo ello, la inauguración de la muestra concitó mucha expectación, tanto en los centros científicos locales como en las organizaciones industriales y económicas, testimoniada con la presencia, en tales circunstancias, del Secretario General de la Comisión Nacional de la Energía Atómica,

capitán de navío Pedro Iraolaogitia; del presidente de la Confederación General Económica, señor José B. Gerlbard; del presidente de la Federación Económica de Entre Ríos, ingeniero Alfredo J. Nux; del Secretario Científico de la Comisión de la Energía Atómica, capitán de fragata Manuel Bennison; de miembros de representaciones diplomáticas acreditadas ante nuestro Gobierno e invitados especiales.

Finalizadas las palabras con que el señor Mario Sanguinetti declaró inaugurada la expo-

nuestros dos pueblos y nuestros gobiernos para alcanzar aspiraciones justas y sanas."

El señor Lewis Straus, presidente de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, manifestó, por su parte: "Este es un día importante. Espero una buena colaboración entre nuestros gobiernos en procura del plan del presidente Eisenhower para el uso pacífico del átomo."

El instrumento suscrito determina, esencialmente, el compromiso de intercambiar infor-

mación respecto al diseño, construcción y manejo de reactores de investigación y de su uso como instrumentos de estudio, de perfeccionamiento, de ingeniería y de terapéutica; sobre problemas de sanidad y de seguridad relacionados con el funcionamiento y uso de reactores de investigación y sobre el uso de isótopos radiactivos en investigaciones físicas, biológicas, terapéuticas, agrícolas e industriales.

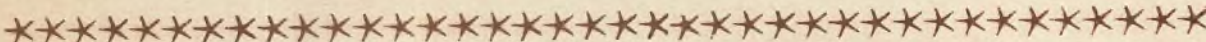
Asimismo, determina el convenio de que el gobierno ar-

gentino dispondrá de uranio enriquecido para uso en reactores de investigación y podrá, además, adquirir en los Estados Unidos los materiales necesarios para la construcción de reactores nucleares. Por otra parte, la Comisión de Energía Atómica de aquel país arrendará al gobierno argentino hasta seis kilogramos de contenido U-235, en uranio enriquecido a un máximo de 20 por 100 de U-235.

Por último, se establece el intercambio de información,

que no sea secreta, en el campo del reactor investigador, problemas de salud y seguridad y en el uso de isótopos radiactivos en investigaciones físicas y biológicas, agricultura e industria.

El convenio permitirá a nuestro país adquirir importante adiestramiento y experiencia en la ciencia nuclear e ingeniería para el desarrollo de usos pacíficos de la energía atómica, inclusive energía nuclear civil dentro de la estructura del programa de "Átomos para la Paz".



INCORPORASE AL PAIS...

(Continuación de la pág. 77)



Eisenhower ante la Asamblea de las Naciones Unidas, en diciembre de 1953, y al convenio que el 7 de junio último firmaron sobre el uso de la energía atómica los gobiernos de Argentina y EE. UU. Mediante este plan—prosiguió—, todos los países del mundo podrán dedicarse al ideal de desarrollar la energía atómica para beneficio de la humanidad, haciendo que, como dijo el presidente Eisenhower, "el átomo sea el servidor más poderoso y el incansable bienhechor del hombre".

La valiosa donación fué agradecida por el Canciller, destacando el rasgo del gobierno de los Estados Unidos, formulando votos para que los deseos del presidente Eisenhower, en el sentido de utilizar los átomos para la paz, se vean pronto cristalizados. Manifestó seguidamente el titular de Relaciones Exteriores que desde hace varios años se están realizando en nuestro país serios y profundos estudios sobre el tema, y que los volúmenes recibidos ayudarán extraordinariamente al pacífico uso de la energía atómica.

La biblioteca, a cuya entrega simbólica se hace referencia y que no tardará en llegar al país, está constituida por 6.525 informes técnicos, veintiocho volúmenes editados por la Comisión de la Energía Atómica de los Estados Unidos, nueve volúmenes conteniendo 50.000 trabajos especializados y numerosos libros que tratan cuestiones vinculadas al tema.

por un constante mejoramiento y un incansable deseo de superación, que lleve el bienestar hacia sus semejantes, aplicando la industria y su producción a los más nobles ideales de paz."

Por último, pronunció un discurso el profesor del Instituto de Física de San Carlos de Bariloche, señor Alberto Maiztegui. Este, luego de hacer mención al conocimiento fragmentario que el hombre común tiene de la existencia del átomo, por la forma que éste ha irrumpido en su mente, expresó: "Desde los trabajos de Rutherford y de Bohr a partir

de 1911, hasta los momentos actuales, es increíble lo que se ha avanzado en el conocimiento de la estructura atómica, pero muy poco es lo que de todos los trabajos ha llegado a conocimiento del público, a pesar de que diariamente la gente emplea aparatos cuyo funcionamiento es posible por esas conquistas científicas. Todo el mundo ha oído hablar de rayos X, de radar, de isótopos radiactivos, pero poco llega hasta la gente del fundamento—aunque sea en forma aproximada— de la razón de su funcionamiento, o de su naturaleza. Este es uno de los

precios de la complejidad y sutileza de la ciencia moderna; pero ello no anula el derecho que tiene el hombre común de saber de qué se trata. La UNESCO prueba, con esta exposición, que conoce ese derecho y lo respeta. Y con la UNESCO, los distintos organismos de gobierno que también auspician esta exposición, entre ellos la Comisión Nacional de la Energía Atómica, entienden cumplir con uno de sus deberes: mantener informado al pueblo, en forma adecuada, sobre los problemas que afectan en común a todos los hombres del mundo."



Ha sido creado el "Instituto de Física de San Carlos de Bariloche", dependiente de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Cuyo, mediante un convenio suscripto entre ésta y la Comisión Nacional de la Energía Atómica. El Instituto de referencia, que inició sus actividades el 1º de agosto último, funciona en la ciudad antes nombrada, y fundamenta su creación en la necesidad que tiene el país, y en particular la Comisión que centraliza todas las especulaciones científicas de este carácter, de contar con físicos aptos y experimentados en todas las ramas y especialidades de la investigación pura y tecnológica.

A la formación de personal especializado está destinado el nuevo Instituto y su labor en tal sentido responde a conceptos de elevada disciplina, teniendo en cuenta que en la formación de investigadores, no sólo se requiere una enseñanza eficiente, sino también la educación de un espíritu científico y la adquisición de criterios académicos. Facilitará tanto más esa tarea la convivencia permanente de estudiantes en pleno desarrollo con científicos formados y experimentados dentro de un género de vida común, habiéndose encontrado que un Instituto como el que se ha creado en Bariloche presenta características adecuadas para este tipo de formación.

Parten los planes de enseñanza que serán encarados, de un principio eminentemente práctico: sólo investigando se pueden hacer buenos investigadores, y el equipo de hombres que asumirán las responsabilidades docentes estará integrado por investigadores en actividad y de reconocida idoneidad, que dispondrá además del instrumental necesario y literatura adecuada para sus funciones.

Como el déficit principal de científicos está radicado en las especialidades de física nuclear y física de metales y aleaciones, se orientará el mayor esfuerzo hacia estas ramas; propendiéndose particularmente a la formación de especialistas en la estructura de metales y aleaciones, con la aptitud y capacidad necesarias para encarar problemas propios de la metalurgia científica y tecnológica, como así también de especialistas en física nuclear, hábiles para la solución de los correspondientes problemas, tales como los relativos a reactores nucleares, ya sea en lo referente a su construcción o a su utilización como instrumentos de investigación o como fuentes de energía.

La reglamentación que regirá el funcionamiento de esa casa de estudios, determina que el número de alumnos que ingresen a la misma estará supeditado a la capacidad de los laboratorios, y para ello, la Comisión Nacional de la Energía Atómica y las autoridades universitarias determinarán, con anterioridad a la convocatoria para el ingreso, el número de plazas disponibles.

## EL INSTITUTO DE FÍSICA DE SAN CARLOS DE BARILOCHE

Los aspirantes que podrán presentarse a las pruebas de admisión como alumnos de tercer año, deberán haber aprobado el segundo año de las licenciaturas en física, matemáticas, química o de las distintas especialidades de ingeniería y de los profesados en física o matemáticas de cualquier universidad del país. Se exigirá también que aquéllos posean antecedentes morales intachables y no haber sufrido expulsión ni cometido falta grave en los Institutos donde hubieren cursado estudios.

Serán seleccionados los candidatos por el Consejo de Estudios del Instituto, al que asesorarán facultativos especializados, sometiéndolos a una prueba de aptitudes y a un examen psicotécnico, y la Comisión Nacional de la Energía Atómica prestará su aprobación a la nómina de candidatos seleccionados que le será sometida a ese efecto.

Determina a continuación el reglamento que el alumno regular perderá su condición de tal si resultara aplazado en más de un examen de las asignaturas del ciclo correspondiente. Con el mismo objeto se le exigirá rendir todas las asignaturas en las épocas de exámenes correspondientes, con anterioridad al comienzo del período siguiente, y no haber sido objeto de sanción disciplinaria grave. Las situaciones creadas por alumnos que no hubieran satisfecho aquellas exigencias serán examinadas por el Consejo de Estudios, que está facultado para recomen-

dar ante las autoridades superiores al alumno que por sus condiciones merezca una excepción.

Los planes de estudios fijan el año académico dividido en dos períodos. El primero, que estará comprendido entre el 1º de agosto y el 15 de diciembre, y el segundo, que se extenderá desde el 15 de enero al 1º de junio de cada año. La última semana de cada período lectivo estará destinada a los exámenes de las asignaturas dictadas durante el período, y previo a la iniciación del período siguiente, se tomarán exámenes complementarios a los alumnos que hubieran sido aplazados en alguna asignatura del anterior.

La asistencia a todos los cursos teóricos y prácticos es de carácter obligatorio, salvo el caso en que mediaren razones convenientemente justificadas por las autoridades del Instituto.

El programa de estudios para el primer período del tercer año, comprende trabajos de laboratorio en Física I; Mecánica I (del punto y del cuerpo rígido); Matemáticas I; Electricidad y Magnetismo y Química I. Para el segundo período, las asignaturas son las siguientes: trabajos de laboratorio en Física II; Mecánica II (medios continuos); Matemáticas II; Físicoquímica I y Química II. En el primer período del cuarto año se estudiarán trabajos de laboratorio en Física III; Mecánica, Estadística y Termodinámica; Física Teórica I; Matemáticas III, y curso optativo. El segundo período de este mismo año comprende: trabajos de laboratorio en Física IV; Física Teórica II; Matemáticas IV; Físicoquímica II y curso optativo. El quinto año, dividido igualmente en dos períodos, fija para el primero: Física Nuclear experimental o Metalografía; Física Nuclear o teoría del sólido y dos cursos optativos. El segundo período tiene asignado: Ingeniería Nuclear (reactores), o Ingeniería Metalúrgica; problemas especiales de la Física Nuclear o de Metales y Aleaciones, y cursos optativos I y II. Aclaran las disposiciones a que se viene aludiendo, que los cursos optativos tienen el sentido de promover la o las especialidades que tratan de estimular, de acuerdo con la disponibilidad de personal para dictarlos. También podrán estar dichos cursos a cargo de invitados especiales (profesores huéspedes), y se citan a modo de ejemplo los posibles optativos: Termodinámica de Soluciones Metálicas; Rayos X aplicados a la Metalurgia; Tratamientos Térmicos; Aleaciones no Ferrosas; Separación de Isótopos; Física de muy altas energías, etcétera.

Las becas instituidas por la Comisión Nacional de la Energía Atómica, comprenden el alojamiento y la alimentación del estudiante; asistencia médica y una asignación mensual de \$ 300, para gastos menores durante todo el tiempo que duren los estudios y siempre que no medie una de las causales que determinan la pérdida de la condición de alumno re-

gular. El becario contará, asimismo, con un pasaje anual de ida y vuelta desde Bariloche hasta el lugar donde tenga registrado su domicilio permanente, siempre que éste se encuentre dentro del país. El número de becarios estará condicionado por los requerimientos del momento y por la capacidad de alojamiento y laboratorios.

Para optar a dichas becas, los candidatos deberán reunir las siguientes condiciones: ser argentino, haber aprobado el segundo año en cualquier universidad del país, de las licenciaturas en Física, Matemáticas o Química, o de las distintas especialidades de la Ingeniería o profesorado universitario de Física o Matemáticas; no padecer de impedimento físico o de salud que le imposibilite o dificulte la realización de sus estudios o el ejercicio de su profesión; poseer antecedentes morales intachables y no haber sufrido expulsión o cometido falta grave en los Institutos donde haya cursado estudios, y no realizar actividad, sea rentada o no, que signifique una diversificación de la dedicación al estudio.

La selección de los aspirantes a becarios estará a cargo del Consejo de Estudios, asesorado por facultativos especializados, mediante una prueba de aptitudes y un examen psicotécnico. Las becas serán otorgadas por la Comisión Nacional de la Energía Atómica, en base a dicha selección.

También determina la amplia reglamentación que se comenta, las causales que producirán la pérdida de las becas. Son éstas: haber sido aplazado en más de un examen de las asignaturas del ciclo correspondiente; no haber rendido todas las asignaturas en los períodos de examen correspondiente, con anterioridad al ingreso al primer curso y haber sido objeto de sanción disciplinaria grave. Estas causales serán examinadas por el Consejo de Estudios, el que establecerá si las mismas conciben con la pérdida de la beca, y sus conclusiones las pondrá en conocimiento de la Comisión Nacional de la Energía Atómica para su resolución final. No perderá su beca el estudiante que deba cumplir sus obligaciones militares y aquélla le será reservada para cuando reanude sus estudios.

Las instalaciones del Instituto de Física de San Carlos de Bariloche están en la Planta Experimental de Altas Temperaturas, a 9 kilómetros de la ciudad, en el camino a Liao Liao y frente al hotel Nahuel Huapí. El conjunto de construcciones comprende las casas donde reside el personal directivo y docente y los diversos pabellones destinados a laboratorios, aulas, comedor, salas de esparcimiento, biblioteca, laboratorios de investigación de la P. E. A. T., etc., y alojamiento para los alumnos becados, que consiste en habitaciones para dos personas, con baño privado. Para solaz de los alumnos se cuenta con una cancha de pelota y otra de fútbol, y está proyectado un gimnasio para la actividad deportiva de los residentes, quienes, además, pueden practicar deportes de invierno en los cerros vecinos.

Al estructurar de este modo la vida de los estudiantes, se ha contemplado que ellos no pierden tiempo en viajes, y que disfrutarán de un ambiente físico y espiritualmente gra-



## CIENTIFICOS ARGENTINOS ESTUDIAN EN LOS ESTADOS UNIDOS

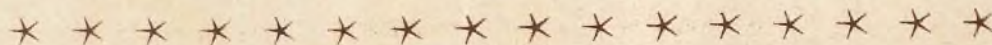


**N**UESTRO país, incorporado al núcleo de naciones en las cuales se realizan serios estudios sobre la energía atómica, está ganando rápidamente consideración dentro de los mismos por los resultados concretos de sus investigaciones y por la capacidad que se reconoce a los hombres de ciencia que los realizan.

En otro lugar, al ocuparnos del convenio suscrito con los Estados Unidos para el empleo pacífico de la Energía Atómica, señalamos que merecieron palabras del más alto elogio por parte del Secretario Adjunto para los Asuntos Latinoamericanos de aquel país, señor Henry Holland, ratificados por el presidente de la Comisión Nacional de la Energía Atómica, señor Lewis Strauss, quien manifestó que aguardaba una buena colaboración de ellos en el programa de "Átomos para la Paz" formulado por el presidente Eisenhower.

Una nueva distinción acaban de merecer nuestros científicos dedicados al estudio de la física nuclear, al ser incluidos dos de ellos dentro del grupo de especialistas pertenecientes a diecinueve naciones, que seguirán un curso de siete meses sobre reactores, en el Laboratorio Nacional de Argonne, dependiente de la comisión antes mencionada. Son ellos el doctor Emilio Oscar Roxin, de la Comisión Nacional de la Energía Atómica de nuestro país, y el físico argentino, doctor Carlos L. Buchler.

En la fotografía de arriba: el doctor Carlos L. Buchler saluda al presidente de los Estados Unidos, general Eisenhower, a quien fué presentado por el almirante Strauss, que se encuentra a su lado. La otra foto muestra al doctor Emilio O. Roxin aguardando su turno para inscribirse en la oficina de recepción de la Casa Internacional de Chicago.



to para el estudio. Por otra parte, y como queda dicho, el contacto permanente con los profesores, al propio tiempo que les permitirá resolver las dificultades con que se vean en-

frentados en sus estudios, los irá formando en un ambiente científico, fundamental en la vida de un investigador.



### "Observaciones sobre los géneros Nucella Chorus y Concholepas"

por Alberto R. Carcelles. — Imprenta "Coni", Buenos Aires, 1954, Año centenario del nacimiento de Florentino Ameghino. Publicación del Instituto de Investigaciones de las Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

En la introducción de este volumen, dice el Sr. Alberto R. Carcelles que el Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales y Museo tiene en sus colecciones de Malacología un rico y variado material de las provincias magallánica y peruana, en su mayor parte de la costa de Chile, aparte del que procede de nuestras costas, y entre él, el que se refiere a tres géneros de Muricidae. Agrega que el material examinado fué donado por el malacólogo del país hermano Dr. Enrique E. Gigoux.

### LOS CURSOS REALIZADOS EN SAN CARLOS DE BARILOCHE

Entre el 19 de enero y el 30 de marzo últimos se llevaron a cabo los Cursos de Verano organizados por la Comisión Nacional de la Energía Atómica. Los mismos se desarrollaron en las instalaciones que aquel organismo tiene en San Carlos de Bariloche y abarcaron cursos generales de perfeccionamiento destinados al personal científico de la comisión y para alumnos del Doctorado en Física, cursos especiales para profesores universitarios latinoamericanos que fueron organizados juntamente con la UNESCO.

Los referidos cursos de perfeccionamiento versaron sobre Microondas, Espectroscopia Óptica, Mecánica Estática y Termodinámica, Radioquímica, Física Nuclear, Separación de Isótopos Naturales por Métodos Físicoquímicos.

Efectuóse también un seminario de Electrodinámica Cuántica y entre el 19 y el 30 de marzo, hubo cursos especiales para profesores latinoamericanos sobre: Estructura de la Materia, Termodinámica, Matemática de la Física Teórica, Mediciones Radiactivas y Seminario Didáctico. Por último, en la sede central de la Comisión se trataron los siguientes tópicos experimentales: Espectrografía, Electrónica y Técnica de Detección de Partículas.

### "Estudio preliminar sobre una colección de aves de Misiones"

por William H. Partridge. — Imprenta "Coni", Buenos Aires, 1954, Año centenario del nacimiento de Florentino Ameghino. Publicación del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

Este estudio sobre la avifauna de Misiones contiene la revisión taxonómica de 1800 ejemplares de aves cazadas en esa región y comunica las novedades más importantes al respecto. Se mencionan en el trabajo cinco aves nuevas para la fauna argentina y se dan a conocer ejemplares de aves citadas para Argentina por Bertoni, pero sin indicar material y que hasta el presente no se había coleccionado en el país.

Cita, asimismo, 28 especies de aves nuevas para el territorio de Misiones, de las que se mencionan los ejemplares coleccionados, dándose a conocer también el material obtenido de varias especies poco representadas en las colecciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales.

### "Consideraciones sobre el modo de reproducción de "Leptonotus Blaenvillanus" Eydoux y Gervais, 1937 (Pisces: Syngnath)"

por Elvira M. Siccardi. — Imprenta "Coni", Buenos Aires, 1954, Año centenario del nacimiento de Florentino Ameghino. Publicación del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

Divide la autora su comunicación en los siguientes capítulos: Introducción, Reseña histórica, Material y métodos, Estudio anatómico, Consideraciones fisiológicas y conclusiones. Contiene, además, el texto numerosas láminas y gráficos explicativos.

### "Una especie de "Corvina de agua dulce", Plagioscion Macdonaghi N. SP. (Pisces, Sciaenidae)"

por Camilo A. Daneri. — Imprenta "Coni", Buenos Aires, 1954, Año centenario del nacimiento de Florentino Ameghino. Publicación del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

Dice el autor del trabajo que los peces vulgarmente conocidos con el nombre de "corvinas" comprenden algunos géneros de la familia "Sciaenidae", tanto marinas como de agua dulce y tienen una amplia distribución en nuestro continente. Agrega que el trabajo tiene por objeto dar a conocer una especie nueva del género Plagioscion encontrada en las aguas dulces argentinas. Complementa la publicación Daneri con láminas y gráficos y un cuadro de medidas proporcionales de "Plagioscion macdonaghi".

### "Los isótopos estables y radiactivos en la investigación científica"

por Hellmuth Freimuth. Edición de las publicaciones de extensión cultural y didáctica del "Instituto de Investigación de las Ciencias Naturales".

Un amplio estudio sobre el tema ha publicado el profesor doctor Hellmuth Freimuth. En enjundiosos capítulos se refiere a los isótopos inestables y radiactivos, a los isótopos estables, a la forma química y estadística de reparto de los isótopos para la investigación, como asimismo a la protección contra los rayos de los isótopos inestables, enfoca todos ejecutados con nutrido material de consulta y profusión de gráficos, dibujos y tablas afines al tema. El Dr. Freimuth ha consultado para la realización de esta obra de mérito gran cantidad de artículos aparecidos en MUNDO ATÓMICO y en "Nucleonics".

### "El origen físico del campo geomagnético"

por Leónidas Slaucitajs. Publicación del Observatorio Astronómico de Eva Perón

Trata la presente publicación del conocimiento moderno del origen físico del campo magnético, precedido de una introducción de carácter histórico.

Comienza el autor remontándose a la época en que Galileo Galilei leyó el libro del sabio inglés William Gilbert titulado "De Magnete", libro aparecido en el año 1600, ya con una teoría magnética elogiada por el ilustre astrónomo.

Analiza el Sr. Slaucitajs la teoría descripta, que investiga las acciones magnéticas de los imanes en forma de barra y de esfera, hallando la analogía con el magnetismo terrestre. La declinación magnética ya se conocía desde mediados del siglo XV, así como también la inclinación magnética por mediciones realizadas en varios lugares del globo terrestre.

Gilbert dice que la Tierra era un gran imán esférico, siendo, pues, la que dirigía la posición de la brújula en la superficie de ella. También esbozó el sabio el panorama general del mismo campo magnético. Más adelante, el Sr. Slaucitajs trata de una manera amplia la teoría general de Gauss y, posteriormente, las variaciones magnéticas transitorias, en un extenso capítulo excelentemente tratado. Continúa con el campo magnético principal, finalizando con un exhaustivo análisis de la variación secular del campo principal, el Paleomagnetismo.

### EL MUNDO

El advenimiento de EL MUNDO a la actividad periodística argentina, si bien en sus primeros días no tuvo otra significación que la que representaba un ponderable esfuerzo por incorporar a la prensa del país un nuevo órgano de envergadura, poco tardó en revelar su carácter revolucionario y avasallador de los viejos moldes en que estaba aprisionada nuestra prensa.

Modificaciones profundas introdujo por su acción en el periodismo argentino. En unos casos fué solamente de forma y en otros llegó a los estratos subyacentes. La información fué vaciada en nuevos moldes más acordes con el deseo de síntesis que obliga al vivir del momento. La crítica se lanzó en nuevos cauces, por lo que, desprovista de la pesadez que alejaba al lector, conglomó a éste, que lo hizo su guía en muchos temas y, en fin, diversas secciones, en las que se reflejaban cotidianamente el pulso de la vida del país, impusieron normas que se constituyeron en mentoras de gran parte de la prensa.

Al cumplir sus 27 años de existencia, EL MUNDO se halla marchando por las mismas sendas de sus primeras horas, porque en sus páginas el estilo propio y la modalidad periodística se ha hecho tradición y, más que ello, personalidad.

Vocero leal de la presente realidad argentina, nuestro colega entra en su nuevo año de vida manteniendo lozanos aquellos prestigios conquistados tan rápidamente desde sus primeras horas.

### "Episteme"

Con interesantes temas apareció el número 1, volumen 11 año VII de esta revista que estudia los principios materiales de conocimiento humano. Además de sus secciones de crítica de libros y publicaciones, así como de noticias generales afines a esa actividad científica, componen el sumario de Episteme los siguientes artículos: Red integral o campo de configuración, por Luciano Allende Lezama; El valor humanístico de las matemáticas, por Thomas Greenwood, y dos interesantes comunicaciones



# CIENCIA, TECNICA Y AGRO

**L**A labor incansable del agricultor y el ganadero en nuestras dilatadas pampas lleva implícito un alto contenido social, pues al mismo tiempo que uno y otro cubren sus necesidades y promueven su progreso, contribuyen en grado sumo a hacer la riqueza de toda la comunidad.

Por una parte, proveen al mercado consumidor de alimentos esenciales; por la otras, permiten la evolución de las industrias transformadoras y elaboradoras de las materias primas que ellos producen; y también contribuyen a la riqueza del país al proporcionar mercaderías para la exportación. Efectivamente, no existe en el orbe ninguna nación en cuyo territorio se produzca todo lo necesario para satisfacer cumplidamente las necesidades del mercado interno. Así, las comunidades dependen unas de otras en mayor o menor medida; vale decir, que cada país dedica los saldos exportables de su producción a conseguir las divisas necesarias para comprar en los otros aquellos artículos que no están en condiciones de producir.

Luego, la obtención de productos de una siempre creciente calidad importa fundamentalmente al trabajador agropecuario, que tiene un deber que cumplir con la comunidad a que pertenece. Pero, igualmente, configura un problema de orden nacional, objeto de honda preocupación para el gobierno central del país, como bien lo ponen de manifiesto las medidas que de continuo se adoptan para facilitar el logro de esa superación a que aludimos, de las que son un buen ejemplo las prescripciones contenidas al respecto en el Segundo Plan Quinquenal. En suma, que todos los sectores de la comunidad tienen a la vez un deber de reciprocidad para con ese esforzado trabajador agrario, y lo cumplen, a través de sus autoridades.

Desde luego que configura una primordial función de gobierno el cuidar que los productos agropecuarios que se destinan al consumo de la población o a la exportación sean siempre de inmejorable calidad. Pero tan primordial como ésta es la necesidad de velar para que el productor no carezca de los medios necesarios para lograrla.

De aquí la importancia de que el agro argentino tenga siempre a su disposición los más evolucionados adelantos de la ciencia y la técnica, vinculados con la agricultura y la ganadería. Y la base fundamental para el mejor logro de esa finalidad es, sin duda, el mantenimiento de una adecuada organización de la enseñanza especializada. La formación de expertos configura una tarea sumamente compleja y costosa, que va desde la promoción de vocaciones hasta la dotación de adecuados elementos de estudio y experimentación a los que se revelan como más capaces. Y para lograrla con el máximo de eficiencia posible, funcionan en los cuatro puntos cardinales de nuestro dilatado territorio institutos de estudios superiores con je-



rarquía universitaria e importantes centros de experimentación.

En estos laboratorios se trabaja continuamente en procura constante de solucionar los problemas que en el orden ganadero o agrícola presenta la necesidad de mantener la siempre creciente calidad de la producción, tan necesaria al trabajador del campo como al país. Es una labor silenciosa de hombres que se adentran en los misterios de la ciencia en busca de nuevas conquistas para la humanidad. Pero estos hombres necesitan, de más en más, costosos implementos e instalaciones adecuadas, así como la ayuda de numeroso personal auxiliar.

Obras como esta que destacamos denotan la potencialidad y vocación progresista de los pueblos que las llevan a cabo. Como es de presumir, obligan a la inversión de cuantiosas sumas, dinero éste que el gobierno central toma de los fondos públicos, integrados a su vez por los impuestos que de acuerdo con la legislación vigente deben abonar todos los habitantes del país.

De aquí la nobilísima función social de los impuestos, medio fundamental para que el propio pueblo —por intermedio de las autoridades que él mismo eligió— provea a la realización y mantenimiento de las obras y servicios públicos que promueven su bienestar y progreso material y espiritual. Cumplir con las leyes impositivas configura un inexcusable deber de solidaridad social. Es imprescindible que sean cubiertas las necesidades del presupes-

to de la Nación, y si parte de la población se muestra reacia a hacer efectiva la parte que le corresponde, determina una disminución del número de contribuyentes y, por lo tanto, obliga a aumentar las tasas.

Esto sería injusto; mucho más injusto de lo que parece a primera vista, si se tiene en cuenta que la fijación de los montos impositivos que corresponden a cada uno ha sido realizada de acuerdo con un cuerpo de legislación meditamente estudiado para lograr una real y equitativa proporcionalidad. Por otra parte, el Ministerio de Hacienda de la Nación, al que la Ley confiere la función de centralizar las percepciones, cuida de que así sea en la práctica.

Asimismo, se trata de facilitar en todo lo posible el cumplimiento de las leyes impositivas por parte de los ciudadanos, para lo cual la Dirección General Impositiva —dependiente de dicho Ministerio— mantiene oficinas de asesoramiento individual, y concede franquicias tales como la de eximir de multas y recargos a todos aquellos que se presenten espontáneamente a regularizar su situación, por encontrarse en mora en el pago de las contribuciones.

Obras como las vinculadas con la promoción de las investigaciones científicas a que nos referimos serían imposibles sin el aporte mancomunado de todos los ciudadanos. Esta es la importancia trascendental de los impuestos, cuya función social es innegable, y en ella reside la necesidad imperiosa de su satisfacción

(Continuación de la pág. 41)

"Es con inmensa satisfacción que encuentro que en la Argentina mis días de investigación científica, en mi esfera especial, han sido más que realizados. Familiarizado con el trabajo del doctor Dabbene solamente por sus publicaciones admirables, acabo ahora de compenetrarme de lo bien fundadas que están sobre material adecuado."

No se circunscribe el doctor Dabbene a las publicaciones ornitológicas únicamente. Prosigue su labor en el Museo, da impulso a las investigaciones, reúne toda la documentación necesaria para la confección de un Catálogo Sistemático, y al mismo tiempo evacua consultas, mantiene una nutrida correspondencia con los investigadores de todo el mundo. Llega a tanto su celo, adquieren tanta importancia sus trabajos, que es el propio Ameghino quien solicita que se lo designe jefe de la sección de zoología general.

Tal cúmulo de tareas no es óbice para que acepte, cuando se la ofrecen, la presidencia de la Sociedad Ornitológica del Plata, a la cual prestigia con su autoridad indiscutida y la calidad de sus trabajos. La revista que dicha institución viene publicando desde su fundación cuenta con notas decisivas, debidas a la pluma de nuestro ornitólogo.

#### RECONOCIMIENTO DE SU OBRA

En 1929 el Consejo Académico del Instituto del Museo de La Plata le otorgó en acto público el premio Francisco P. Moreno. Era socio correspondiente de la Sociedad Ornitológica Alemana, de Berlín; de

la Sociedad Ornitológica de Baviera; de la Sociedad Zoológica de Londres; de la Unión Ornitológica Británica; de los Museos de Historia Natural de Nueva York y de Zoología Comparada, de California; de la Sociedad Científica Argentina y de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales. La Unión Ornitológica Americana, la Sociedad Geográfica Argentina y la Sociedad Ornitológica del Plata lo nombraron socio honorario.

En "El Hornero" de 1939 se citan las especies que le dedican naturalistas de gran renombre: Hellmayr, el *Zamotrichia dabbenei*; Chapman, el *Upucerthia dabbenei*, y Ruvolo, *Heterorhea dabbenei*, que así designa a nuestro ñandú fósil.

El catálogo de sus obras es rico en títulos sugestivos. Al mismo se añaden folletos y conferencias de divulgación, pues como todo sabio, Dabbene sabe apearse de los tecnicismos herméticos, de la jerga y las publicaciones para los especialistas. Deja el gabinete inaccesible y llega al pueblo para que éste se interese por las aves, a las que se deben amar, proteger y mirar no sólo como motivo ornamental del paisaje, sino como útiles auxiliares del hombre en el mantenimiento del equilibrio biológico, sin el cual la naturaleza entra en rápida desintegración.

Este hombre sabio, al que en el mundo científico se cita con respecto, del cual se elogian los trabajos y que siempre está recargado de una labor de responsabilidad, no desdeñó en su momento asumir la defensa de un grupo de

aves, a las que, con ligereza increíble, una repartición nacional declaraba plaga y fomentaba el exterminio. Dabbene llama a la reflexión. Señala el peligro que hay en la destrucción de todo un sector de la fauna y muestra cuáles son los momentos y los métodos más humanos para alejar de una zona agrícola a los loros que se convierten en una amenaza para los sembrados.

Los conceptos de índole general formulados en favor de los pstácidos, sus reflexiones en torno a ese tema publicadas en "El Hornero", aún tienen vigencia. Los decretos de exterminio, sin el fundamento de los estudios previos y exhaustivos a cargo de especialistas, se han ido acumulando. Los funcionarios, todo lo eficientes y honestos que se quiera, no son en muchos casos zoólogos capacitados para realizar con autoridad y comprensivamente investigaciones en plena naturaleza. Hemos visto que los hombres del agro sólo ven, debido a las limitaciones propios de sus escasos conocimientos científicos, el daño inmediato. Jamás, ni aun en los países más evolucionados, realizan un balance integral sobre el papel que desempeña un ave que si es verdad que en determinada época del año perfora una fruta o devora un grano, en otras, por exigencias de la alimentación de su prole, destruye miles de insectos o sus crías, prestando servicios inestimables a la agricultura. Otras veces la voz de los intereses creados, el encubierto afán de lucro, fomenta las protestas para que un decreto de plaga fulminado contra un sector de la fauna permita la libre matanza que facilita el comercio de las pieles o las plumas. En Corrientes se ha comprobado el perjuicio que ocasiona en ciertas zonas la acción de los "garceros", que persiguen a las garzas blancas estimula-

dos por quienes comercian los preciosos "aigrettes". En los parajes inundados donde esta zancuda ha desaparecido, proliferada en forma increíble la sanguijuela, ocasionando la muerte de todos los yeguarizos. He aquí un hecho concreto, que si se escuchara la voz autorizada de los zoólogos, no se produciría. Hay muchos ejemplos más. La nómina es tan extensa como se desee. Felizmente, una conciencia conservacionista más racional, se abre camino en las esferas oficiales. Ello es el fruto de los trabajos de hombres como Dabbene, un triunfo alejado, pero no menos laudatorio.

El doctor Roberto Dabbene se destacó en la época de oro de nuestra ornitología. Fué el centro en torno al cual muchos destacados estudiosos se concentraron atraídos por los destellos que irradiaba su figura, sus conocimientos, su profunda y comprensiva versación. Era la época de los zoólogos brillantes y humanistas: de Pedro Serié, de Zotta, de Steullet y Deautier, de Holmberg, de Linch Arribalzaga, del doctor José Pereyra, de Jorge Casares, de Daguerre, de Mogenssen, de Girar, de Harper y de muchos otros. La ornitología no es una especialidad como para enriquecer a sus cultores. Todo lo contrario. Es un ideal. Exige, como todos los ideales, amor y vocación, o ese amor al estudio por el estudio mismo que es la vocación. Dabbene supo animarla. Fué el maestro indiscutido de una generación que ojalá tenga sucesores.

El doctor Roberto Dabbene murió el 20 de octubre de 1938. Hasta sus últimos días se dedicó al estudio de nuestras aves. Su desaparición ha dejado un claro no cubierto todavía.



## EL AHORRO

como fuente de bienestar defiende la felicidad de la familia argentina y crea nuevas riquezas, que aseguran el mantenimiento de un alto nivel de vida compatible con la dignidad de nuestros trabajadores y con los principios de la economía social.

Ahorre Ud. también, sabiendo que de esta manera cumple con los objetivos del 2º Plan Quinquenal.



MINISTERIO DE FINANZAS DE LA NACION

**CAJA NACIONAL DE AHORRO POSTAL**



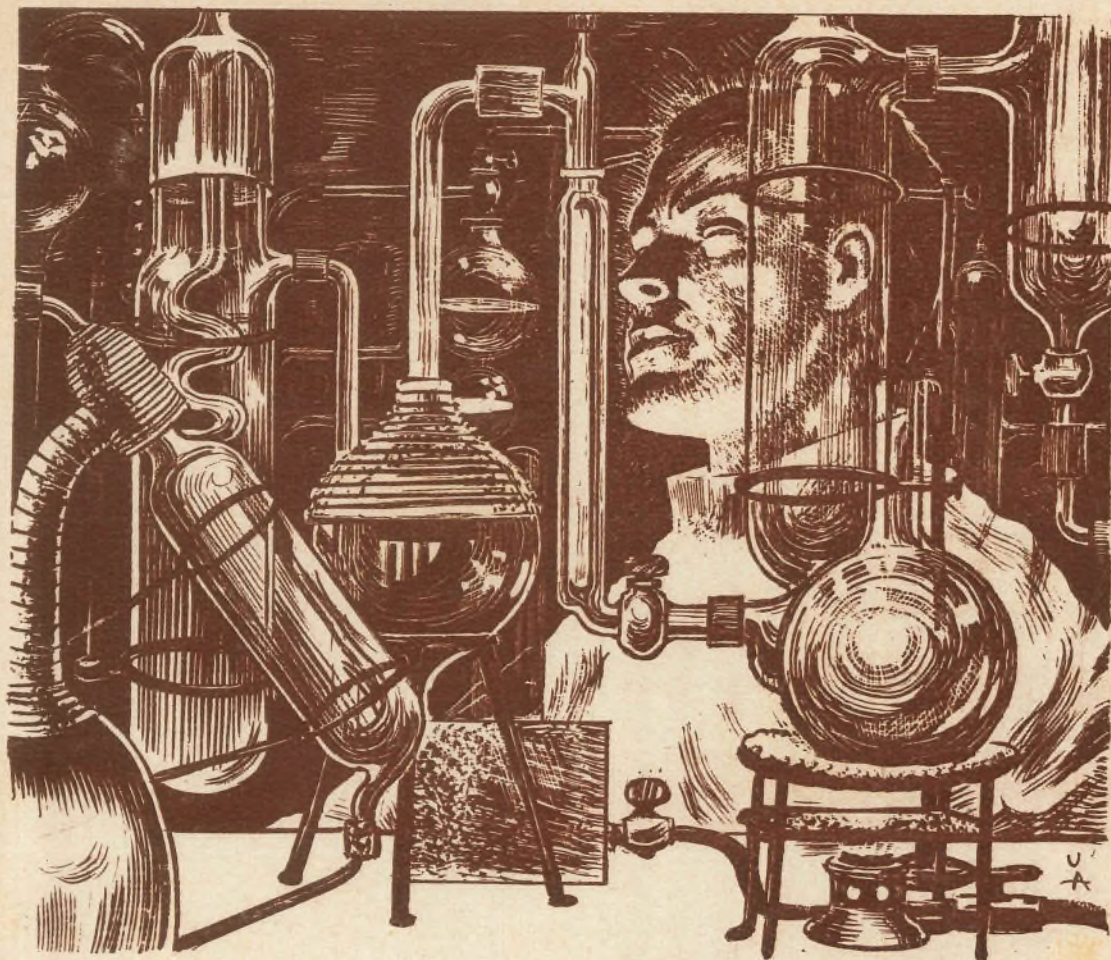
**PRODUCIR MAS  
PARA EXPORTAR MAS**

**INDUSTRIA ARGENTINA**

**MINISTERIO DE COMERCIO**

**INSTITUTO ARGENTINO DE PROMOCION DEL INTERCAMBIO**





## TRABAJANDO PARA EL FUTURO

Técnicos argentinos, en tarea silenciosa de laboratorio e investigación, trabajan infatigablemente en procura de nuevos derivados del petróleo que luego engrosarán la nómina ya afamada de productos de inmejorable calidad que se expenden con la garantía de la sigla YPF y que tienen múltiples aplicaciones en la industria y el hogar.

Este valioso aporte de los hombres de ciencia de YPF contribuirá en grado sumo al cumplimiento de los objetivos del 2º Plan Quinquenal, que persigue como finalidad primordial, la grandeza de la Nación y el bienestar del pueblo argentino.

**APOYE ESTA OBRA CONSUMIENDO PRODUCTOS YPF**

*y recuerde:*

**DINERO QUE VA A YPF ES DINERO QUE VUELVE AL PUEBLO**





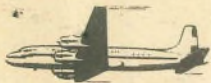
## "EL TRABAJO"

*Compañía Argentina de Seguros S.A.*

UNA nueva organización que se incorpora a las actividades del Seguro, al servicio del pueblo argentino y de sus instituciones, para contribuir al progreso económico de la Nación, en consonancia con los postulados del Segundo Plan Quinquenal.

CORRIENTES 311 — BUENOS AIRES

T. E. 31-8671 - 9715 - 9573 - 8260



# Nueva York!...



Viaje a la ciudad fabulosa de los rascacielos en los aviones más cómodos del mundo. No hallará deleite comparable ni personal más correcto y complaciente. Por algo, los viajeros experimentados, prefieren los aviones de Aerolíneas Argentinas.

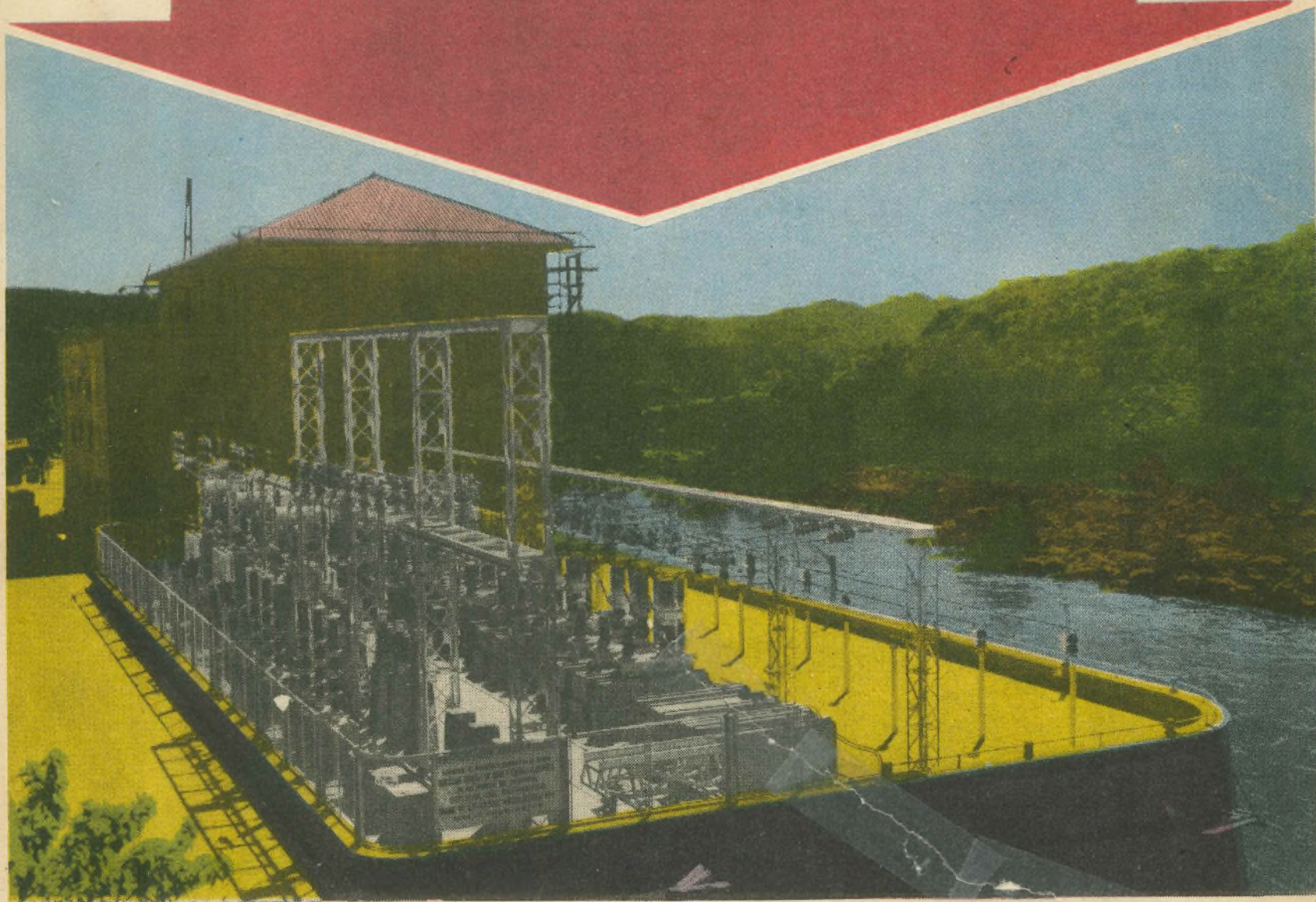


## AEROLINEAS ARGENTINAS

E. N. T.

PERU 22 (Edificio del Viajero) - INFORMES: T. E. 30-2061 - RESERVAS: T. E. 30-0351

# MAS DE 3.000 MILLONES DE PESOS EN OBRAS HIDROELECTRICAS PARA EL PUEBLO



"Al finalizar el año 1953 el monto de las obras en construcción por Agua y Energía (ENDE), ascendió a la suma de 3.255 millones de pesos "

PERON

*(Del Mensaje Presidencial del 1º de Mayo de 1954)*