

# MUNDO ATÓMICO



REVISTA  
CIENTÍFICA  
ARGENTINA

AÑO II N° 4  
BUENOS AIRES  
MARZO - JUNIO  
1951



Viva en donde viva, recuerde que un avión de Aerolineas Argentinas puede llevar a Ud., con sus conexiones, a cualquier parte del mundo. Lo mismo decimos de su correspondencia, cargas y encomiendas.

Volando en los lujosos y  
modernos

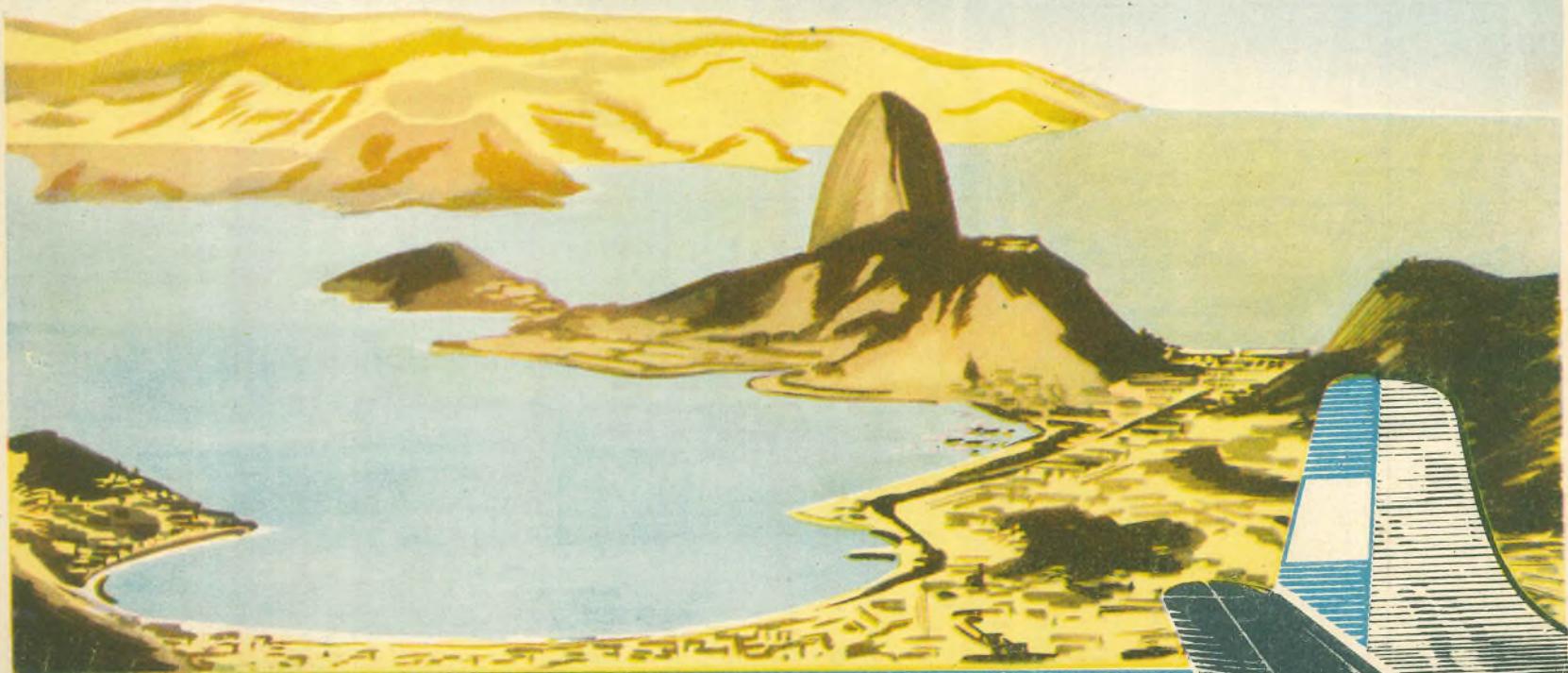
DC-6

AEROLINEAS  
ARGENTINAS

llegará a RIO en solo  
*14 horas 50 minutos!*

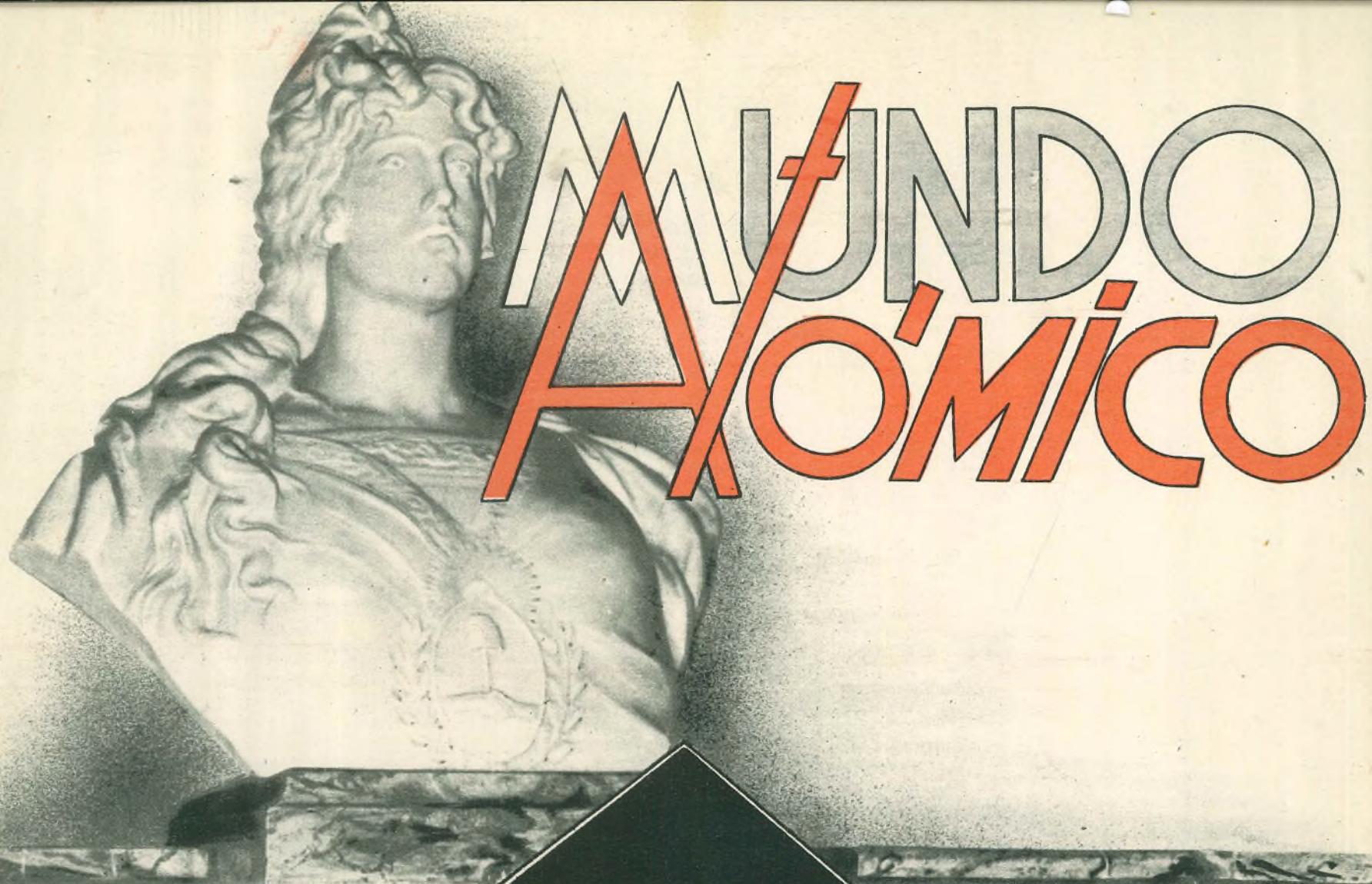
¡Nuevos tiempos desde Buenos Aires!

a Río de Janeiro en 4 hs. 50 m.	a Madrid „ 30 hs. 35 m.
„ Natal „ 11 hs. 10 m.	„ Roma „ 32 hs.
„ Dakar „ 19 hs. 35 m.	„ París „ 34 hs.
„ Lisboa „ 27 hs. 20 m.	„ Londres „ 35 hs. 30 m.



AEROLINEAS  
ARGENTINAS

RESERVAS Y PASAJES:  
PERU 22 (EDIFICIO DEL VIAJERO)  
INFORMES: T. E. 30-2061  
PASAJES: T. E. 34-3773



# MUNDO ATÓMICO

AÑO II — BUENOS AIRES, MARZO-JUNIO 1951

## ÍNDICE

REVISTA CIENTÍFICA ARGENTINA — N° 4

● Comentario del presidente Juan Perón al éxito de Huemul .....	4
● Reacciones Termonucleares, conferencia del doctor Ronald Richter ..	6
● El Gran Secreto, comentario editorial .....	9
● La Sismología, por el doctor Martín S. Cappelletti .....	11
● Filosofía y Física de los Corpúsculos, por Juan A. Bussolini .....	15
● El Metro, por el ingeniero civil Heliódoro Negri .....	16
● La Fenología, por el ingeniero Néstor R. Ledesma .....	18
● La Paleontología como auxiliar de la Estratigráfia, por Noemí Cattoi..	20
● Contador Decimal Automático, por Eugenio Pijz .....	24

### A NUESTROS LECTORES

Por circunstancias que el lector no ignora —escasez de papel—, el precio de MUNDO ATÓMICO ha sido elevado a cinco pesos el ejemplar. A partir de esta entrega, MUNDO ATÓMICO será trimestral.

Dirección, redacción y administración: Río de Janeiro Nº 300. T. E. (80) 1021 al 1029. Oficinas de avisos, en la diagonal Presidente Roque Sáenz Peña 855. T. E. (33) 5515 al 5519. Precio del ejemplar, 5 pesos. Suscripción: Capital, interior, toda América y España: 1 año (4 números), \$ 20.— m/n.; seis meses (2 números), \$ 10.— m/n. Demás países: 1 año, 30 pesos m/arg.; seis meses, \$ 15.— m/arg. — Nota: Las suscripciones se anotan en la fecha que se reciba su importe y únicamente por los períodos indicados en la presente tarifa. — Registro Nacional de la Propiedad Intelectual 338.742. Correo argentino. Franquicia a pagar, cuenta 818. Tarifa reducida en trámite.

● Astronomía Planetaria .....	31
● Agua Común y Agua Pesada, por el doctor H. Freimuth .....	35
● De la Casona al Rascacielo, por Margot Guezúraga .....	39
● Música all'aperto .....	44
● Comandos Aéreos. Un problema de defensa nacional .....	48
● El Problema de la Lluvia Artificial, por el doctor Walter Georgii .....	51
● El Mundo de los Atomos. Comentario editorial .....	58
● Glaciología Antártica, por Néstor O. Gianolini .....	59
● Ondas Electromagnéticas, por el ingeniero Julio P. Calvelo .....	72
● Vacuna Antivariólica Disecada ...	79
● El Vuelo del "Pulqui II", por A. B. Armodio .....	83



El Presidente de la República, General Juan Perón, comenta a los periodistas el sensacional anuncio.

**E**l general Perón, una vez leído el comunicado, hizo este comentario:

"Estados Unidos de Norteamérica desarrolló la bomba atómica y energía atómica bajo la presión de la necesidad y el peligro provocados por la guerra. Consecuencia de ello fué que no ahorró material, personal ni dinero para desarrollar dicho proyecto.

"La fisión nuclear del uranio era por entonces la única posibilidad de producir energía atómica, ya que en ese momento el principal interés residía en la fabricación de la bomba atómica, lo que obligó a la instalación de fábricas de kilómetros de longitud, a emplear cientos de miles de personas y gastar muchos millones de dólares para lograr la separación del material explosivo U-235 a partir del uranio normal.

"Los demás países, por ejemplo, Rusia y Gran Bretaña, después de la guerra trataron por razones políticas de producir energía atómica y bombas atómicas, en base al mismo método de fisión nuclear. Por esta razón durante la gue-

rra, en Estados Unidos de Norteamérica, y después de la guerra, en los demás países, las mejores cabezas siguieron trabajando exclusivamente en la fisión nuclear.

"La Argentina, durante ese período, se dedicó intensamente a establecer si valía la pena copiar la fisión nuclear, con la consiguiente inversión

de enormes capitales, o si era preferible correr el riesgo de crear un camino nuevo que condujera a superiores resultados, pero que también podía conducir a un fracaso.

"La Nueva Argentina decidió afrontar el riesgo y adoptar todas las medidas que permitieran llegar al resultado apetecido. Los ensayos previos

realizó

**E**l 24 de marzo de 1951 se realizó, en la Casa de Gobierno, la conferencia de prensa convocada por el Excmo. Señor Presidente de la Nación, General Juan Perón, a fin de dar a conocer informaciones de trascendental importancia y extraordinaria repercusión sobre exitosos ensayos realizados en la República Argentina para la liberación controlada de energía atómica.

El General Perón dió a conocer, en esa oportunidad, un comunicado con el importante anuncio, haciendo en seguida comentarios relacionados con la gran revelación.

fueron coronados por el éxito, lo que nos alentó para instalar en la isla Huemul una planta piloto de energía atómica, con el fin operativo de crear nuevas condiciones de trabajo que permitieran la realización total del nuevo proyecto.

"Allí, en oposición con los proyectos extranjeros, los técnicos argentinos trabajaron sobre la base de reacciones termonucleares, que son idénticas a aquéllas, por medio de las cuales se libera energía atómica en el Sol. Para producir tales reacciones se requieren enormes temperaturas de millones de grados. Por ello el problema fundamental a resolver radicaba en cómo conseguir tales temperaturas.

"El próximo paso consistió en inyectar dentro de la zona de reacción núcleos capaces de reaccionar. Para evitar explosiones catastróficas era menester encontrar el procedimiento mediante el cual fuera posible controlar las reacciones termonucleares en cadena. Este objetivo casi inalcanzable fué logrado.

"Los resultados de éstos y

## COMUNICADO

**El 16 de febrero de 1951, en la planta piloto de energía atómica, en la Isla Huemul, de San Carlos de Bariloche, se llevaron a cabo reacciones termonucleares bajo condiciones de control en escala técnica.**

# la liberación controlada de energía atómica

muchos otros ensayos previos, condujeron a que el 16 de febrero del corriente año se efectuaran con pleno éxito los primeros ensayos que, sobre esta nueva base, llevaron a la liberación controlada de energía atómica.

"Simultáneamente se pudo observar la emisión de partículas y cuantos de gran energía, lo que infirió la conclusión de que, por lo menos, una parte de los llamados rayos cósmicos tienen su origen en los procesos que se desarrollan en el interior del Sol. En un tipo especial de nuestros reactores solares, que nosotros llamamos "termotron", estos problemas son estudiados a fondo.

"Será interesante que los técnicos de los países extranjeros sepan que en el transcurso de nuestros trabajos en el

**Refirmó el general Perón que la energía nuclear sólo se empleará para el progreso de la República**

reactor termonuclear, los problemas de la llamada bomba de hidrógeno han podido ser estudiados intensamente. Con sorpresa pudimos comprobar que las publicaciones de los más autorizados científicos extranjeros están enormemente lejos de la realidad. Afortunadamente, hemos logrado suplantar el oneroso proceso del "triton" con la aplicación de materiales menos costosos y de más fácil obtención.

"De acuerdo con lo que se

establecía en los fundamentos del decreto de creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica, la Argentina necesita energía atómica y está firmemente decidida a producirla y emplearla únicamente en usinas, hornos de fundición y demás aplicaciones industriales. En este sentido, este paso es indispensable para el progreso de la República, porque en ella, al

**EN LA EMPRESA  
HEMOS DE EMPE-  
ÑARNOS TODOS  
PARA "REALIZAR  
EL EXITO"**

contrario de lo que ocurre en otros países que tienen sus usinas hidroeléctricas, el carbón o el petróleo en las cercanías de las principales poblaciones y próximas entre sí, los centros más importantes es-

(Continúa en la pág. 76)

Después de la conferencia de prensa, el General Juan Perón aparece con el sabio de Huemul, doctor Ronald Richter.



# Reacciones TERMONUCLEARES



"La construcción de los reactores empleados en ese método es fundamentalmente diferente de la construcción de las pilas de fisión nuclear, y hasta exteriormente la apariencia de ambos es completamente distinta", afirma Ronald Richter.

## NO TENEMOS NINGUNA INSTALACION DE ALTA TENSION

"Tal vez en el exterior se asombren de que hayamos llegado a estos resultados. No obstante, se puede explicar fácilmente..."

**A**l día siguiente del sensacional anuncio, el doctor Ronald Richter pronunció una conferencia en la quinta presidencial de Olivos, a la que fueron invitados, exclusivamente, los periodistas. El texto íntegro de esa clase magistral, debidamente corregido por el propio sabio de Huemul, es el que ofrecemos a continuación:

"Hay en el mundo una magnitud física fundamental, de la cual depende esencialmente la energía atómica. Esta magnitud es la velocidad de la luz. Einstein ha demostrado con la teoría de la relatividad que la denominada masa de la materia depende de la velocidad con que ésta se desplaza. Halló que ninguna masa puede alcanzar la velocidad de la luz, y en base a ello, dedujo una fórmula completamente simple para la energía de la masa. Esta sencilla fórmula expresa que cualquier masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz es energía. Dado que la velocidad de la luz corresponde a los 300.000 kilómetros por segundo, es decir,  $3 \times 10^10$  centímetros por segundo, el cuadrado de la velocidad de la luz es del orden de  $9 \times 10^{20}$ . Este enorme número puede ser denominado como expresión de la acumulación de energía en la naturaleza. La materia de un gramo debe ser multiplicada por ese factor de acumulación para expresar la energía encerrada en esa masa. Si se hace esto, se llega al resultado de que un gramo de materia representa una energía del orden de  $9 \times 10^{10}$  ergios, que es la unidad en que se expresa la energía.

"Ahora bien,  $10^7$  ergios representa un wat;  $10^{10}$  ergios es un kilowat. Esto quiere decir que cuando se expresa la capacidad energética de un gramo en kilowat, esta energía corresponde al orden de los 25.000.000 de kilowat hora por gramo, cifra sorprendentemente grande y que explica el porqué del sensacionalismo de las magnitudes que rigen en la nueva era de la energía atómica.

"Los procesos actuales de energía atómica se asemejan a los procesos químicos. Las instalaciones técnicas que producen energía atómica no son máquinas, tanto en las instalaciones del exterior como en las nuestras; en realidad, se trata de zo-

nas de reacción, en las cuales se libera la energía. En las reacciones químicas, el carácter del elemento se mantiene durante la reacción, mientras que en las de carácter atómico se produce una transmutación, una modificación de los elementos que intervienen en ella.

"Tanto en las reacciones químicas como en las reacciones atómicas la masa es transformada, pero en las reacciones de carácter químico la transformación de masa es sumamente reducida, por lo que resulta sumamente difícil comprobar la variación de las masas que intervienen en esas reacciones.

"Los átomos son materia compuesta por un núcleo y una cierta atmósfera que lo rodea. La atmósfera de estos átomos está compuesta por electrones —que son los que producen nuestra electricidad—, y los núcleos atómicos se componen de dos partes: los protones y los neutrones.

"Los elementos conocidos por nosotros: hierro, aluminio, uranio, wolfram o mercurio, tienen núcleos compuestos por

Una vista panorámica de Huemul, isla que tiene uno de los mejores laboratorios espectrales del mundo, según las declaraciones formuladas en la conferencia del profesor doctor Ronald Richter, en la quinta presidencial.

protones y neutrones. Los protones determinan el carácter del elemento, es decir, si se trata de hierro, mercurio o lo que sea.

"Quiero ahora explicarles el rol que desempeñan los neutrones. Imaginemos un núcleo de aluminio. Este núcleo está compuesto de 27 partículas, 13 de las cuales son protones y el resto neutrones. Ahora imaginemos un conjunto cualquiera de protones y neutrones. Tanto los protones como los neutrones tienen cada uno una masa determinada. Entonces, si, por ejemplo, en una reacción los protones y los neutrones del aluminio se unieran, se generaría un núcleo de aluminio, y este núcleo resulta más liviano que la suma de los pesos de los protones y de los neutrones que lo componen.

"En este proceso de síntesis entre protones y neutrones ha desaparecido una cierta cantidad de masa. Y como ya había explicado antes, una masa dada, multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz, significa energía. Entonces, designando con la letra delta esa

aparecido durante la unión de los protones y los neutrones. Y este defecto de masa es lo que mantiene unidas a las partículas que forman el núcleo.

Los protones, en realidad, tienden a rechazarse y, como consecuencia, el núcleo tiende a explotar electroestáticamente.

"Pero esa diferencia de masa entre protones y neutrones mantiene unido al núcleo, dado que este defecto de energía es mayor que la fuerza repulsiva existente entre los protones. Como acotación, conviene aclarar que se sabe aún muy poco de la estabilidad de los núcleos. En realidad, todo esto que se ha explicado es una hipótesis de trabajo que se formula para poder trabajar en estas cosas; pero, en realidad, estamos muy alejados del conocimiento de lo que realmente sucede en el interior de los núcleos.

"En resumen, al producirse la unión

"En los primeros ensayos el éxito dependía de la sensibilidad de los instrumentos, de los tubos contadores. Sería interesante..."



## PARA REACCIONES NUCLEARES: UN CAMINO DIFERENTE

masa desaparecida, tenemos que delta por C al cuadrado representa la energía que se ha liberado o que ha des-

de protones y neutrones, tiene lugar una desaparición de masa. Cuando se produce, por ejemplo, una reacción quími-

ca, hay un intercambio entre las atmósferas electrónicas que rodean los núcleos de los elementos que intervienen. Existe



un complicado análisis que estudia cómo los niveles energéticos de los diferentes materiales que intervienen reaccionan unos con otros.

"Cuando se hacen reaccionar ciertos núcleos entre sí, una parte de su masa es liberada, y los núcleos producidos, a los cuales denominamos como cenizas de la reacción, aún están en condiciones de reaccionar posteriormente. Esto significa que estamos en condiciones de aprovechar en una cierta cantidad la masa de los núcleos que reaccionan. En pocas palabras: no se puede, técnicamente, transformar un átomo en energía en forma total. Por lo tanto, de dos núcleos podemos utilizar solamente una cierta cantidad de masa. Los 92 elementos que existen no están en equilibrio de protones a neutrones, sino que, al aumentar el número de protones, el número de neutro-

nes aumenta más rápidamente. Por ejemplo: un núcleo de litio es un elemento liviano compuesto por 7 partículas, de las cuales 3 son protones y 4 neutrones. Yendo hacia el otro extremo de la escala, encontraremos al uranio, con un peso atómico de 238. De esta cifra solamente 92 son protones, siendo el resto neutrones. Esto da lugar a dos posibilidades en la técnica para la liberación de la energía atómica. La más sencilla es hacer reaccionar dos núcleos livianos.

"Se ha comprobado que un núcleo de uranio alcanzado por un neutrón es fisionado, o sea que explota en dos pedazos.

"Durante un cierto tiempo, en la investigación científica se emplearon enormes máquinas, por ejemplo, ciclotrones y los denominados generadores Van de Graaff; en general, instalaciones de alta tensión, mediante las cuales ciertas partículas componentes de los núcleos se transforman en proyectiles muy rápidos, que, al final de su recorrido, chocan con otros núcleos en reposo.

"A estos proyectiles había que dotarlos de una cierta cantidad de energía para que pudieran sobrepasar las fuerzas repulsivas de los núcleos. Por primera vez en Inglaterra se realizó una reacción entre litios y protones.

"En esta ocasión sucedió lo siguiente: los protones, o sea los núcleos de hidrógeno, con una energía de medio millón de voltios, fueron disparados sobre el litio. Lo sorprendente fué el resultado, puesto que se obtuvieron partículas de helio o rayos gamma, con una energía de 17 millones de voltios. Mediante este experimento se demostró que el impacto de un proyectil de un protón sobre un núcleo de litio producía con sus 500.000 voltios otro proyectil de 17.000.000 de voltios. Creo que con esto queda aclarado cómo puede liberarse energía atómica a partir de los elementos livianos.

"Ahora bien: los proyectiles disparados por estas instalaciones de alta tensión hacen blanco muy rara vez. Puede suceder, incluso, que de diez millones, sólo uno haga blanco, por lo cual no es extraño que en aquella época se pensara que no había posibili-

**"Sí, señor. Por primera vez ha sido posible producir una explosión termonuclear dentro de un reactor."**



*Presidencia de la Nación  
Comisión Nacional de la Energía Atómica*

El General Perón ha aclarado que el éxito sera constructivo. Nuestro triunfo constructivo en la Planta Piloto fué posible debido a que el mismo encuadraba orgánicamente en la base de actividad constructiva de la Argentina.-

24 de Marzo de 1951

*Ricardo Gutiérrez*

des de aplicar la energía atómica a la técnica.

el único que tenía posibilidades de aprovechamiento.

**Dr. Richter:** Usted tiene razón; pero esto es aun más limitado.

"Quedamos, entonces, en que la producción de energía atómica en cantidades aplicables a la técnica sólo es posible cuando podemos iniciar una reacción en cadena.

"Es decir: que un proyectil determinado genera en la reacción proyectiles de la misma índole, pero en número aun mayor, siendo esto lo realizado en la denominada pila de uranio.

"Si tomamos un elemento cualquiera, por ejemplo, el hidrógeno, encontramos que hay diferentes clases del mismo núcleo, del mismo elemento, que son las llamadas isótopos. Por ejemplo, el núcleo de hidrógeno es lo que se llama un protón. Existe también una clase de hidrógeno cuyo núcleo está compuesto por un protón y un neutrón, denominado deuterio, existiendo también otra cuyo núcleo está compuesto por un protón y dos neutrones, denominado tritón. Estas tres clases son químicamente iguales, es decir, hidrógeno. Consideradas desde el

(Continúa en la pág. 10)

# El Gran Secreto Atómico

**L**OS grandes acontecimientos de la historia no siempre son vividos, en realidad, por sus actores con la conciencia exacta de que son, precisamente, grandes acontecimientos.

Muy pocas veces ocurre lo contrario. Una de esas pocas veces fué, por ejemplo, toda la gesta napoleónica...

Los franceses —y Napoleón al frente de ellos— sabían que estaban realizando grandes hechos históricos.

Ellos mismos se sentían actores de epopeya. Presentían que Dios escribía en ellos, con ellos y por ellos, una página —y una página brillante!— en la historia de la humanidad.

El pueblo argentino, en estos últimos años, vive tiempos de expectación.

En el "aire" de su vida se respira esa rara inquietud de las épocas extraordinarias.

De pronto, el 24 de marzo, todo el

pueblo es conmovido por una gran noticia: "La República Argentina controla la energía atómica".

El anuncio es breve, lacónico y está escrito en lenguaje técnico.

Sin embargo...., el pueblo se pone de pie. Siente que ha pasado bruscamente a otra etapa de la historia.

\* \* \*

Hasta ayer la humanidad había vivido bajo el peso tremendo de una angustia suprema.

El capitalismo y el comunismo lucharon por conseguir el dominio de los átomos.

Todo el poder económico de las dos fuerzas gigantescas había sido lanzado en procura de ese objetivo supremo.

Millones de dólares y millones de rublos se gastaron en ese esfuerzo casi infinito.

Para construir una sola bomba de hidrógeno dejaron de comer y de vestirse millones y millones de hombres.

Y todo, ¿para qué? ¡Para destruir después a los mismos millones de hombres en un solo instante!, en el instante en que lo decidieran, en cada lado del mundo, tres o cuatro personas.

Mientras tanto, un hombre honrado y generoso, el profesor Ronald Richter, trabajaba por conseguir el dominio de los átomos.

Durante tres años luchó incansablemente por el gran objetivo.

Lo empujaba el aliento vidente del general Perón; y con Perón, lo apoyaba —sin preguntar lo que iba a suceder— todo el pueblo argentino.

Y el éxito llegó. Entre peligros, venciendo grandes obstáculos, luchando contra el tiempo, el éxito llegó cuando tenía que llegar, en el momento preciso.

\* \* \*

Ahora la humanidad sabe que el problema de su vida se ha planteado en otros términos.

Hasta ayer sabía que por el camino del átomo no podía esperar sino su destrucción.

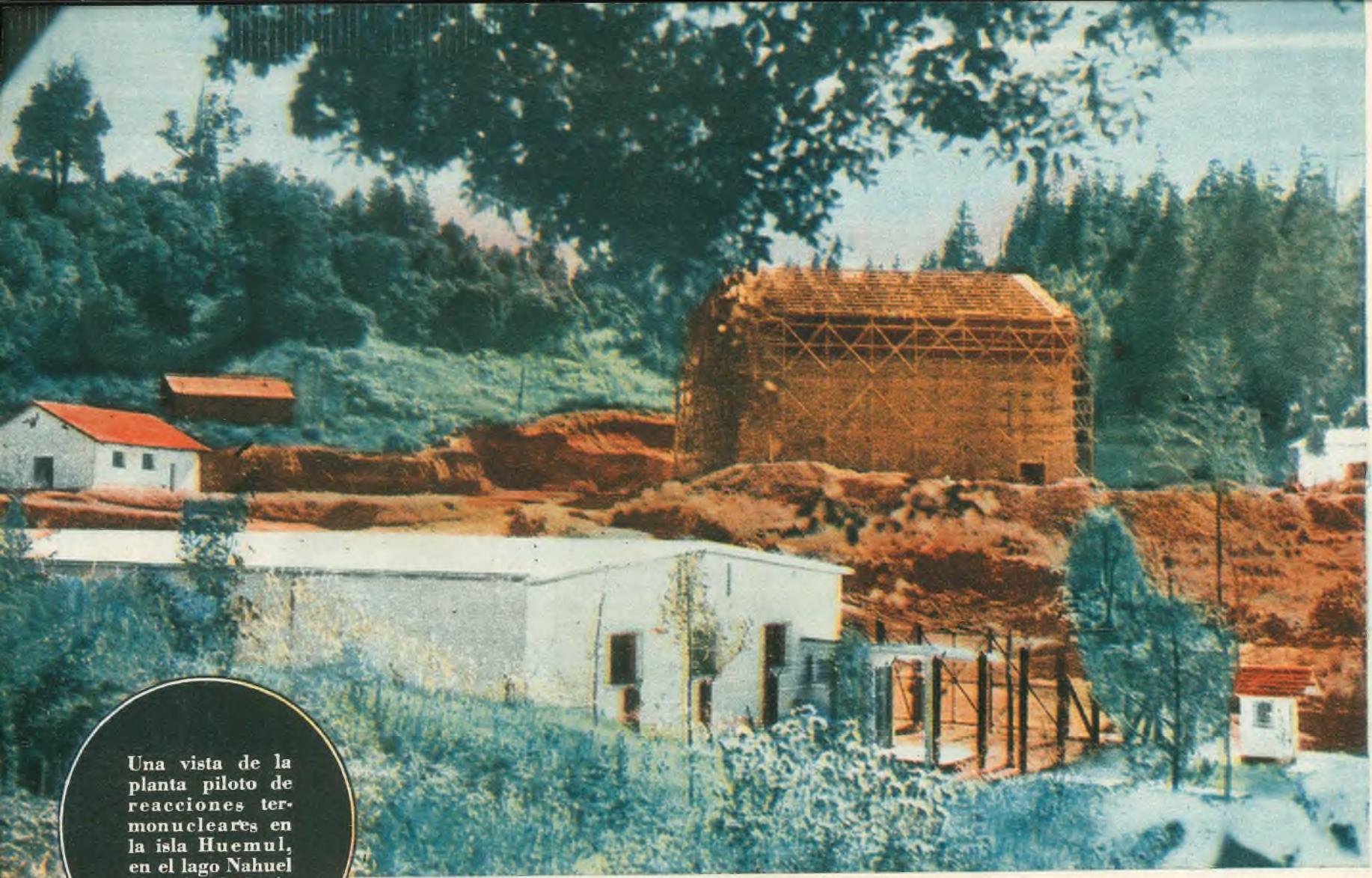
Los átomos, que no quisieron entregarse sino a cambio de miles de millones de dólares y de rublos a los agentes de la destrucción humana, se pusieron, en cambio, fácilmente en las manos limpias y honradas de Perón.

Perón es una garantía para la humanidad. El no ordenará fabricar bombas atómicas. Por el contrario, usará el "gran secreto" en bien de la paz y la felicidad humanas.

El "gran secreto" ha cambiado de manos.

El pueblo argentino, consciente de sus grandes destinos, se dice a sí mismo, en todas partes, una vieja frase que no sabe dónde aprendió, ni quién la dijo por primera vez: "Dios es criollo".

Y tal vez Dios —que sabe indudablemente lo que hace!— se esté diciendo: "Es que vale la pena ser criollo".



Una vista de la planta piloto de reacciones termonucleares en la isla Huemul, en el lago Nahuel Huapi (Chubut).

## Reacciones Termonucleares

(Continuación de la pág. 8)

punto de vista físicotómico, son completamente diferentes. Químicamente, hidrógeno con hidrógeno no pueden reaccionar. Hidrógeno con oxígeno pueden reaccionar, dando una mezcla explosiva. Pero desde el punto de vista físicotómico, el protón del hidrógeno no reacciona con el protón de otro hidrógeno. Sin embargo, en el sincrotrón, denominado también cosmotrón, esta reacción fué posible, produciéndose reacciones que liberan mesones.

"Esta es una historia muy complicada, y si siguiéramos hablando de esto, lo haríamos hasta pasado mañana.

"Desde el punto de vista técnico, los protones no pueden reaccionar entre sí. Los deuterones sí pueden reaccionar unos con otros y liberan energía atómica. Los deuterones reaccionan con el tritón, más fácilmente aún que entre sí, y en ello radica, aparentemente,

el secreto de la bomba de hidrógeno.

"En la fisión nuclear se observó por primera vez una reacción en cadena. Lo cierto es que esta reacción en cadena sólo podía llevarse a cabo con uranio, siendo luego comprobado que solamente una determinada clase de uranio era capaz de iniciar y mantenerla, que es el conocido uranio 235/92. Pero, desgraciadamente, esta clase de uranio se presenta en un porcentaje del 0,72 por ciento en el uranio normal, estando constituido el resto por uranio 238/92. Desde el punto de vista químico, ambos isótopos son uranio, por lo cual es imposible proceder a separar el uranio 235 del uranio 238 por medios químicos.

"Fué necesario separarlos físicamente, originándose, entonces, el denominado proceso de separación de isótopos. Esta separación consiste en un proceso que se efectúa parcialmente en una etapa que produce un aumento en la proporción del uranio 235 dentro del total de la mezcla. Pero como este

aumento es sumamente reducido en una sola etapa, es necesario reproducirla miles de veces para llegar a la separación buscada.

"Por ejemplo: si se efectúa la separación mediante el proceso de difusión, se necesitan miles de cámaras de difusión para aumentar en cada una de ellas la cantidad de uranio 235 de la mezcla. El uranio 235 debe producirse con un grado de pureza enorme, puesto que las impurezas que en él hubieren impiden la reacción en cadena. Estas impurezas absorben a los neutrones secundarios que se producen en la reacción, y que son los que la mantienen en cadena. Por lo tanto, para llegar a esto, el material inicial debe ser de un grado de pureza muy grande, lo que exige la instalación de grandes fábricas dedicadas a la purificación del uranio.

"Una vez obtenido el uranio, en un compuesto químicamente adecuado, se lo transportará a las plantas de separación de isótopos, y éste es el

motivo por el cual en Norteamérica, en Inglaterra y en Rusia se estén construyendo fábricas de kilómetros de longitud, y esto explica, también, los enormes gastos, la enorme cantidad de personal y la enorme cantidad de instalaciones requeridas. Por ejemplo, en una de estas fábricas de separación de isótopos son necesarias miles de bombas que impulsen el compuesto de uranio de una cámara a la otra a través del sistema necesario para separarlo.

"La única manera de comprender la necesidad de construir estas enormes fábricas es atribuyéndola a la exigencia impuesta por la guerra. Una vez que se ha extraído el 0,72 por ciento de uranio 235 presente en el uranio normal, se obtiene una cierta porción de uranio 235, y eso es una bomba atómica, pues, técnicamente, se ha calculado que es necesario alcanzar una cierta cantidad de uranio 235 —denominada crítica— para que

(Continúa en la pág. 63)

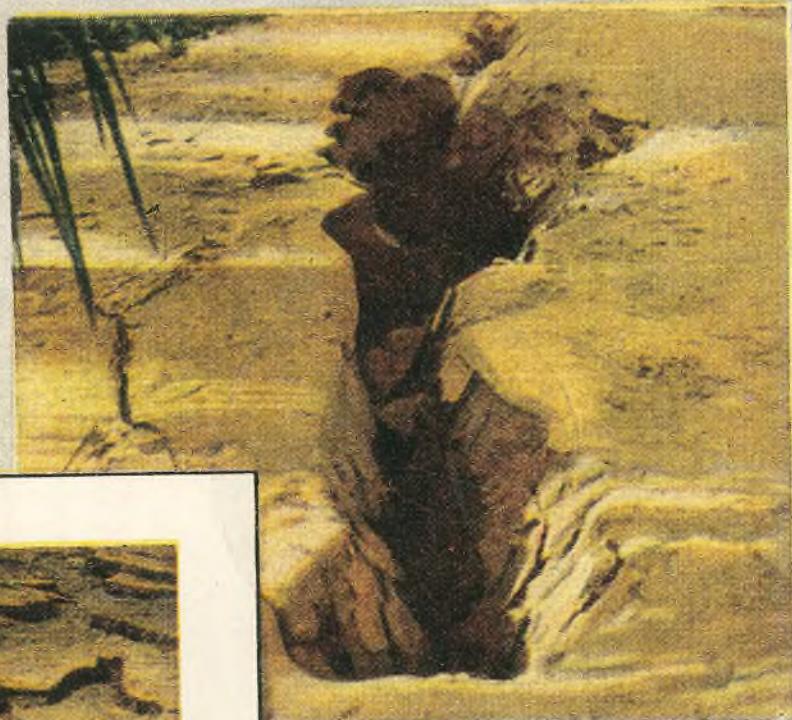
**L**A sismología es la ciencia del sismo, es decir, de los estremecimientos de la corteza terrestre. Cuando las conmociones adquieren gran intensidad, sacudiendo extensas áreas de la superficie terrestre, las llamamos terremotos. En general, se reserva la palabra temblor para expresar débiles estremecimientos del suelo, que no logran producir daños materiales. De cualquier manera la denominación de sismo es de carácter general y se aplica a todos los casos de sacudimiento del suelo, originados por perturbaciones, ya lentas o bien bruscas, que ocurren en las capas de la corteza terrestre, y a través de la masa del globo. Ya veremos que estas sacudidas se propagan o transmiten en forma de ondas elásticas.

Por experiencias de laboratorio se sabe que percutiendo un material elástico, una viga de acero, por ejemplo, engendra y se propaga a través de la misma un movimiento vibratorio muy rápido. En el caso de la viga de acero, la velocidad de propagación alcanza unos 6 kilómetros por segundo de tiempo. El material de la corteza terrestre y el de su interior transmiten también las vibraciones que puedan originarse debido a una explosión o conmoción interna con una velocidad de más de 7 kilómetros por segundo, y esta velocidad va creciendo a medida que las partículas del medio elástico pertenezcan a rocas de grandes profundidades, porque allí el material alcanza mayor compacidad, es más compacto y posee un índice de elasticidad mayor.

#### LA RADIACION SISMICA

La sismología ha tomado en cuenta esta propagación vibratoria en el caso de nuestro planeta y ha logrado un conocimiento ya muy claro relativo a ello mediante el estudio paciente de las gráficas que nos suministran los sismógrafos, aparatos sensibles con los que captamos las ondas sísmicas. Estas gráficas, denominadas sismogramas, nos han permitido clasificar las ondas sísmicas, su comportamiento y su naturaleza, todo lo cual nos ha suministrado, en último análisis, una idea de conjunto de las grandes distribuciones de las masas del interior del planeta. Los resultados son los siguientes: a) la Tierra tiene una corteza o litosfera de un espesor medio de unos 120 Km. b) Debajo de la litosfera existe una capa intermedia de material elástico. c) La capa intermedia rodea a un núcleo interno de material muy pesado, es decir, de gran densidad, y cuya elasticidad es mucho mayor que la del acero. Este núcleo está situado a una profundidad de 2.900 kilómetros. En la Fig. 1 se dan las dimensiones relativas.

En el estado actual de los conocimientos sísmicos podemos afirmar que las ondas sísmicas son de tres especies: a) Las que se transmiten haciendo vibrar el material solicitado, en la misma direc-



# La Sismología

Por el doctor MARTIN S. CAPPELLETTI

El presente artículo pretende llevar al conocimiento del público, en una forma accesible, el estado actual de la ciencia del sismo, la cual, nacida en las tres últimas décadas del siglo pasado, ha realizado un rápido desarrollo en los últimos treinta años merced al interés que se han tomado los investigadores de lo que hoy se denomina el diastrofismo de la corteza terrestre, es decir, de aquellos fenómenos geodinámicos que han dado nacimiento a las montañas, y son causa de los terremotos y el vulcanismo.

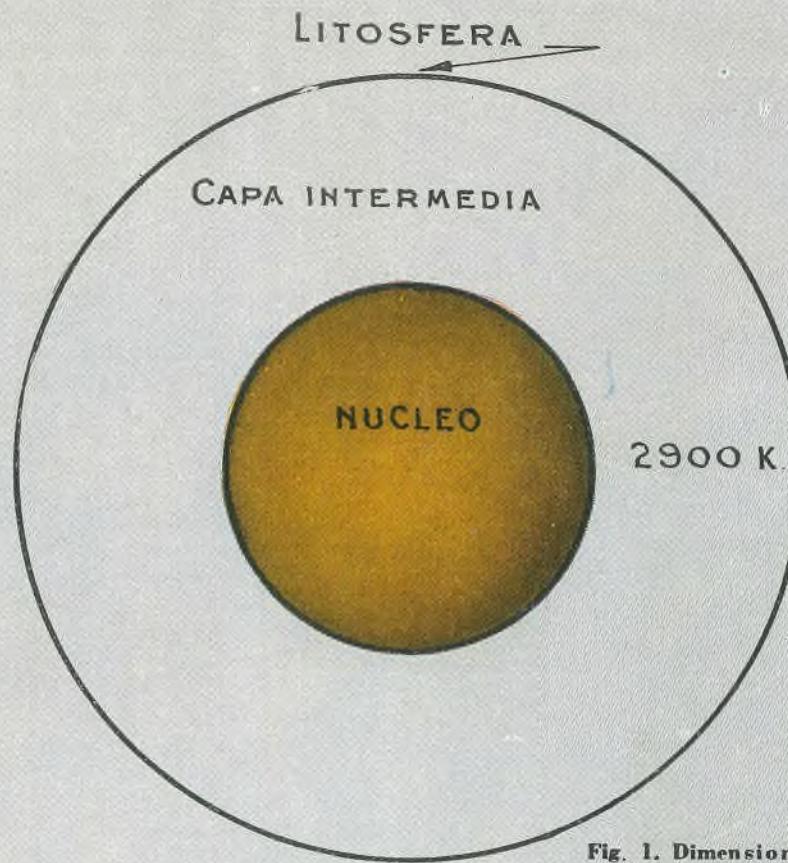


Fig. 1. Dimensiones relativas entre la corteza terrestre o litosfera, el manto o capa intermedia y el núcleo interno de la Tierra

ción de la trayectoria de propagación (ondas P); b) Las que se transmiten transversalmente a la dirección anterior, pero siempre siguiendo como eje la misma trayectoria (ondas S); c) Las que se propagan a lo largo de la superficie terrestre (ondas L).

Las dos primeras (ondas P y S) tienen origen en un punto de la litosfera denominado hipocentro (H). En cambio, las ondas superficiales L se forman en el punto E, exterior de la litosfera, si-

tado sobre el hipocentro. Es este punto o centro exterior de conmoción llámase epicentro.

En otras palabras, si en un punto H de la litosfera ocurre una conmoción en las rocas componentes del medio, se originan dos especies de ondas (P y S) que se propagan según una trayectoria y cuyo sentido de las vibraciones tiene lugar en la dirección de la misma, la primera (P), y en sentido transversal la segunda (S). Las ondas P y S emanadas de H, y que alcanzan el punto E (epicentro), dan nacimiento allí a un sistema complicado de ondas superficiales (L) que se propagan sobre toda la superficie terrestre. Véase la Fig. 2, en la que suponemos un sismógrafo situado en M. Pero la gran experiencia, por una parte, y el estudio de los sismogramas ha permitido, además, saber que las ondas P, que llamaremos longitudinales, se reflejan varias veces en la superficie terrestre, como si se tratara de ondas luminosas reflejadas por un espejo; estas ondas las expresamos con el símbolo PP. También las ondas S, que llamaremos transversales, se reflejan en la superficie terrestre varias veces; a estas ondas las denominamos ondas SS. Cuando se reflejan dos veces en la superficie terrestre antes de llegar a la estación registradora, tenemos las ondas PPP y las ondas SSS (Fig. 3). Las ondas sísmicas

también se reflejan en la superficie exterior del núcleo interno terrestre; reciben la notación PcP. Si se trata de las ondas transversales S que se reflejan en dicho núcleo, tenemos las ondas ScS. Véase la Fig. 3, en la que la distancia epicentral (del epicentro a la estación registradora) se ha supuesto de unos  $60^\circ = 6670$  kilómetros.

En cuanto a las ondas L superficiales, se propagan a una velocidad sensiblemente constante, de unos 3.600 metros por segundo alrededor del globo terrestre. Estas ondas L son de dos especies, una de ellas, que expresamos por  $L_R$ , es una onda que tiene componente vertical sobre la superficie terrestre. La otra onda, que denotamos con  $L_Q$ , tiene una vibración en sentido horizontal. Las ondas  $L_R$  y  $L_Q$ , cuyas velocidades de propagación son sensiblemente iguales, son las que originan los grandes daños materiales sobre las construcciones, puesto que someten a éstas a los grandes sacudimientos, determinando fisuras en las paredes hasta derribarlas; ellas originan también las grietas en los suelos y cuya longitud, amplitud y profundidad depende de la naturaleza de los terrenos del subsuelo. (Figuras 4 y 5).

Como las ondas superficiales  $L_R$  y  $L_Q$  tienen prácticamente la misma velocidad de

Fig. 2. Sentido de las vibraciones longitudinales y transversales originadas en una conmoción sísmica, y trayectoria de la onda.

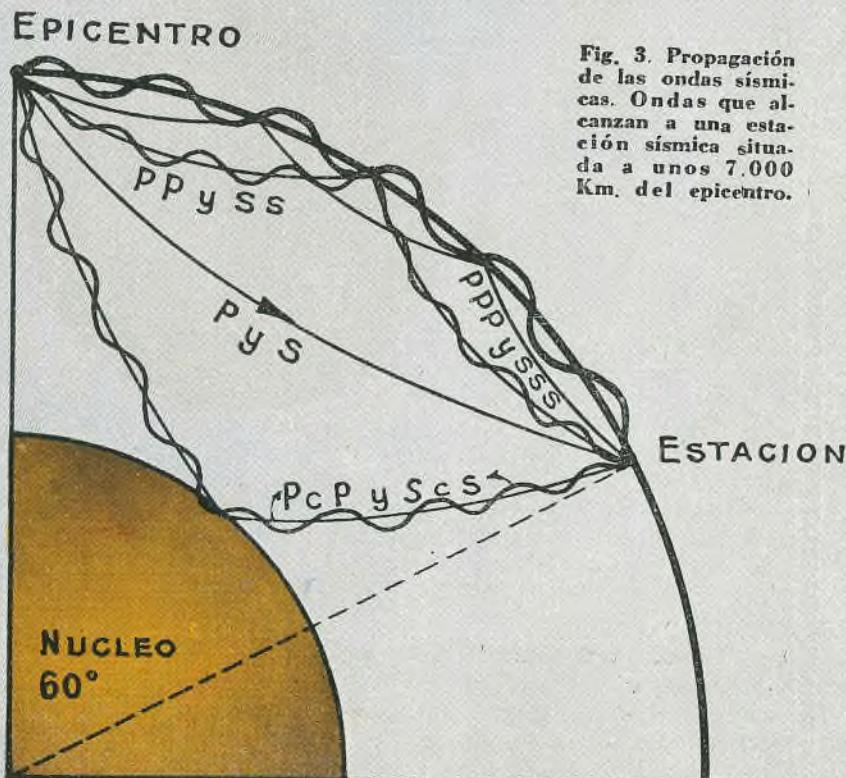
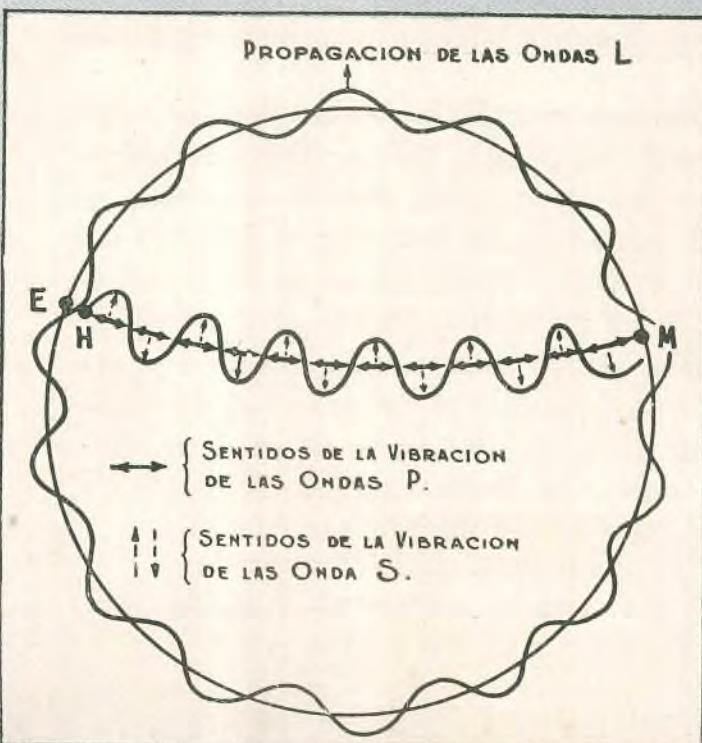
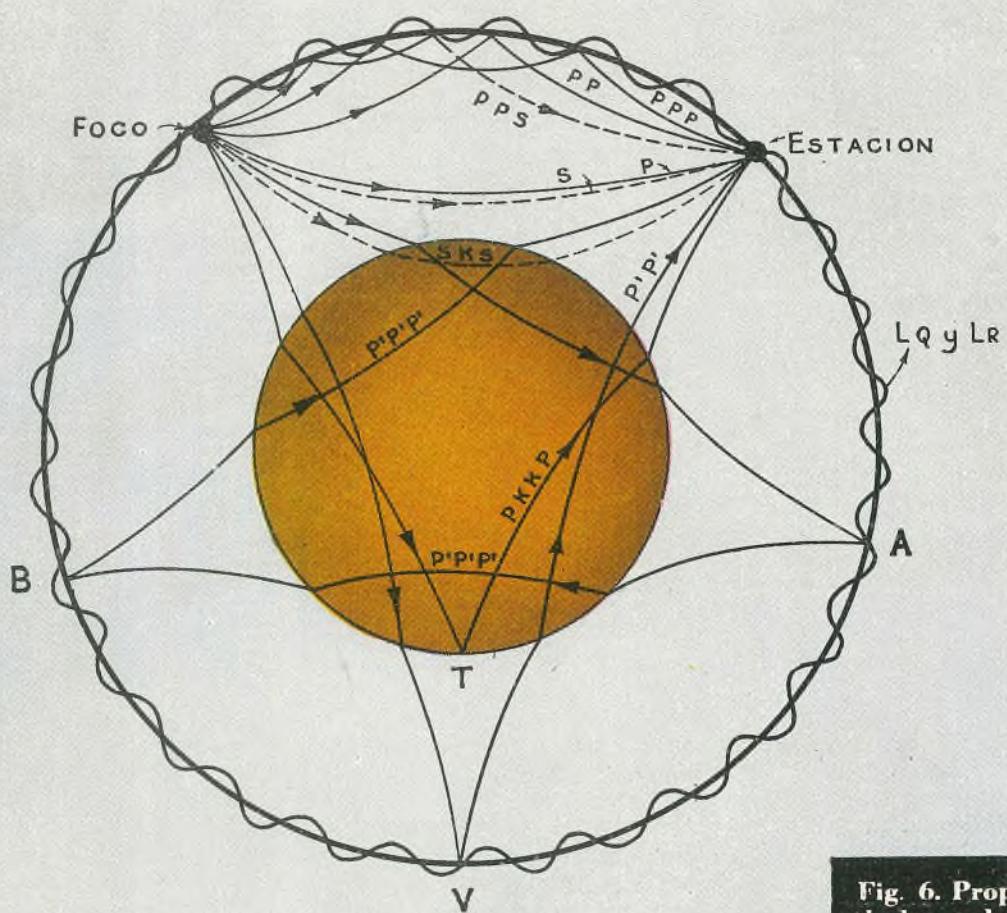
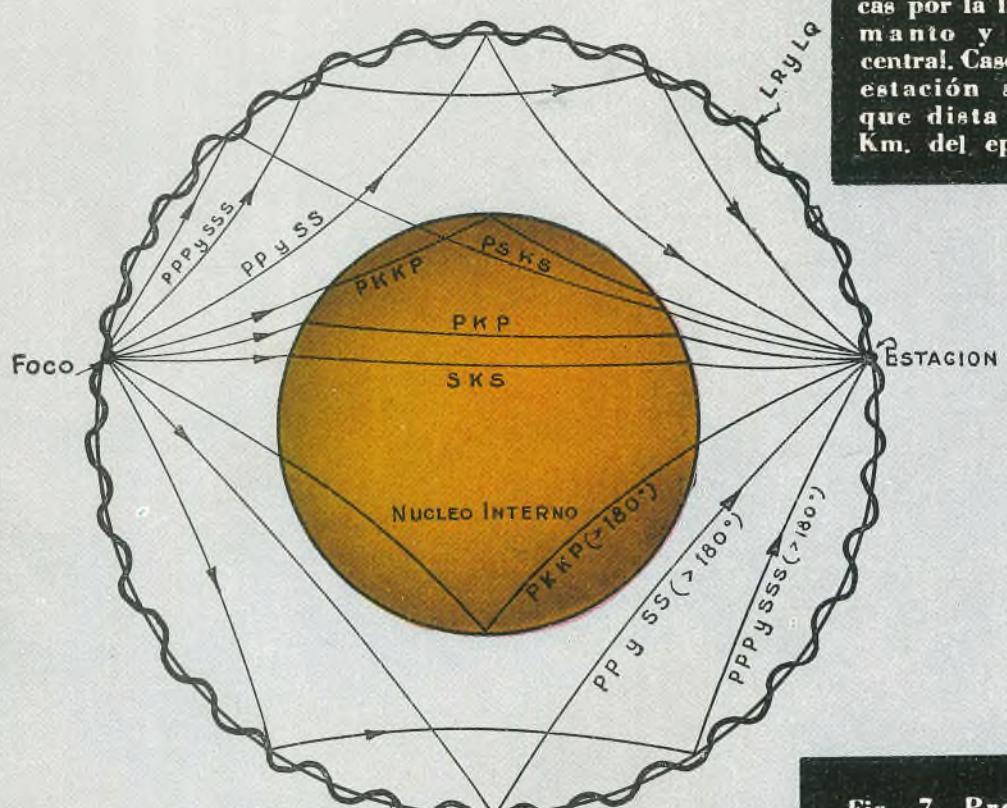


Fig. 3. Propagación de las ondas sísmicas. Ondas que alcanzan a una estación sísmica situada a unos 7.000 Km. del epicentro.



**Fig. 6. Propagación de las ondas sísmicas por la litosfera, manto y núcleo central. Caso de una estación sísmica que dista 10.000 Km. del epicentro.**



**Fig. 7. Propagación de las ondas sísmicas. Caso de una estación registradora a 18.000 Km. del epicentro.**

propagación y vibran, además, en sentido transversal una con respecto a la otra, al hacer vibrar los edificios los someten a movimientos que determinan una rotación sobre sí mismos. Estos efectos sobre las construcciones se los puede ver, después de un terremoto, en las estatuas, que aparecen giradas desde  $30^\circ$  a  $90^\circ$ , efectos muy comunes y explicables por el simultáneo impacto de las dos ondas superficiales.

Una característica especial de las ondas L es la de que se propagan a lo largo de toda la superficie terrestre y pueden pasar varias veces por una misma estación sísmica registradora si la intensidad del impacto que las origina es suficientemente intenso.

Veamos, ahora, cómo se propaga la energía elástica, o radiación sísmica a través del medio interno de la Tierra; ilustramos el caso con la Fig. 6, y consideraremos una estación sísmica situada a unos 90 grados, o sea a unos 10.000 kilómetros de distancia del foco sísmico.

Como puede verse en la figura aludida, desde el foco hasta la estación sísmométrica se propagan, ante todo, aquellas ondas de las que hemos hecho referencia más arriba, en las que aparece, además, una onda PPS, es decir, una onda P que se ha reflejado una vez en la superficie terrestre y luego se refleja nuevamente como onda S hasta llegar a la estación sísmica.

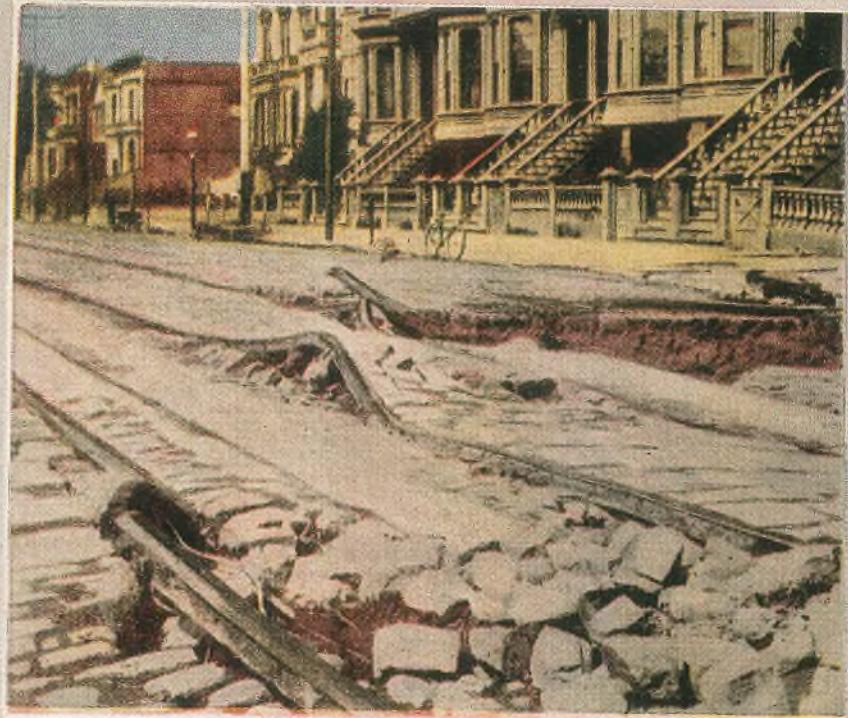
Observamos que una onda, que denotamos con el símbolo SKS, parte del foco como onda S y atraviesa, por refracción, el núcleo, sale del mismo como onda S y llega a la estación.

El símbolo K viene de la primera letra de la palabra alemana Kern, que significa núcleo.

Otra onda, denotada con el símbolo PKKP, es un movimiento vibratorio que partiendo del foco sísmico penetra en el núcleo, al que atraviesa y se refleja en el punto T interno del mismo y luego sigue una trayectoria análoga, pero en sentido contrario, hasta salir del núcleo y llegar a la estación.

Observamos también una onda a la que hemos representado con el símbolo P'P'. Se trata de una onda longitudinal P que del foco va al núcleo, atravesándolo y luego alcanza a la superficie terrestre en V, desde donde sigue un camino simétrico al anterior hasta alcanzar la estación. Con P' se denota una onda P que atraviesa el núcleo. También lleva el símbolo PKP. Con P'P' expresamos, pues, una onda que ha atravesado dos veces el núcleo, reflejándose una vez en un punto V de la superficie terrestre.

Se presenta también el caso de ondas sísmicas que atraviesan tres veces el medio



terrestre, reflejándose dos veces (en A y en B) en la superficie del planeta para llegar a la estación registradora. Esta onda la denotamos con el símbolo P'P'P'.

Ya puede el lector formarse una idea de lo complicado que ha de ser una gráfica completa de todas las vibraciones sísmicas y lo difícil que resulta su interpretación.

Veamos, ahora, lo que acontece con la propagación cuando se trata de una estación sísmica que está situada a una

distancia de unos  $160^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  del foco sísmico, es decir, de una estación alejada unos 18.000 kilómetros del epicentro. (Véase Fig. 7.)

Se tiene primeramente la existencia de las ondas L<sub>R</sub> y I<sub>Q</sub>, luego las ondas PP y SS reflejadas una vez en la superficie y las ondas PPP y SSS reflejadas dos veces. Observamos también una onda PSKS, es decir, una onda que vibra como onda longitudinal P, que se refleja en la superficie y penetra, como

Fig. 4. Efecto de las ondas sísmicas superficiales sobre los caminos. Obsérvense las ondulaciones del suelo y de los rieles.

Fig. 5. Efectos del terremoto sobre un camino de San Juan. Obsérvense las enormes grietas. Foto obtenida por el doctor Harrington.

onda transversal S, al núcleo terrestre de donde emerge, vibrando luego como onda S hasta alcanzar la estación. A continuación aparece una onda PKKP, es decir, una vibración que se ha reflejado una vez en el núcleo interno. Luego aparecen las ondas PKP, SKS y PKKP, esta última reflejada una vez en el núcleo, pero recorriendo un camino mayor que  $180^{\circ}$ . Finalmente, se tienen las ondas PP, SS y PPP y SSS, que se reflejan una y dos veces, respectivamente, en la superficie terrestre y alcanzan la estación sísmica sin rozar el núcleo.

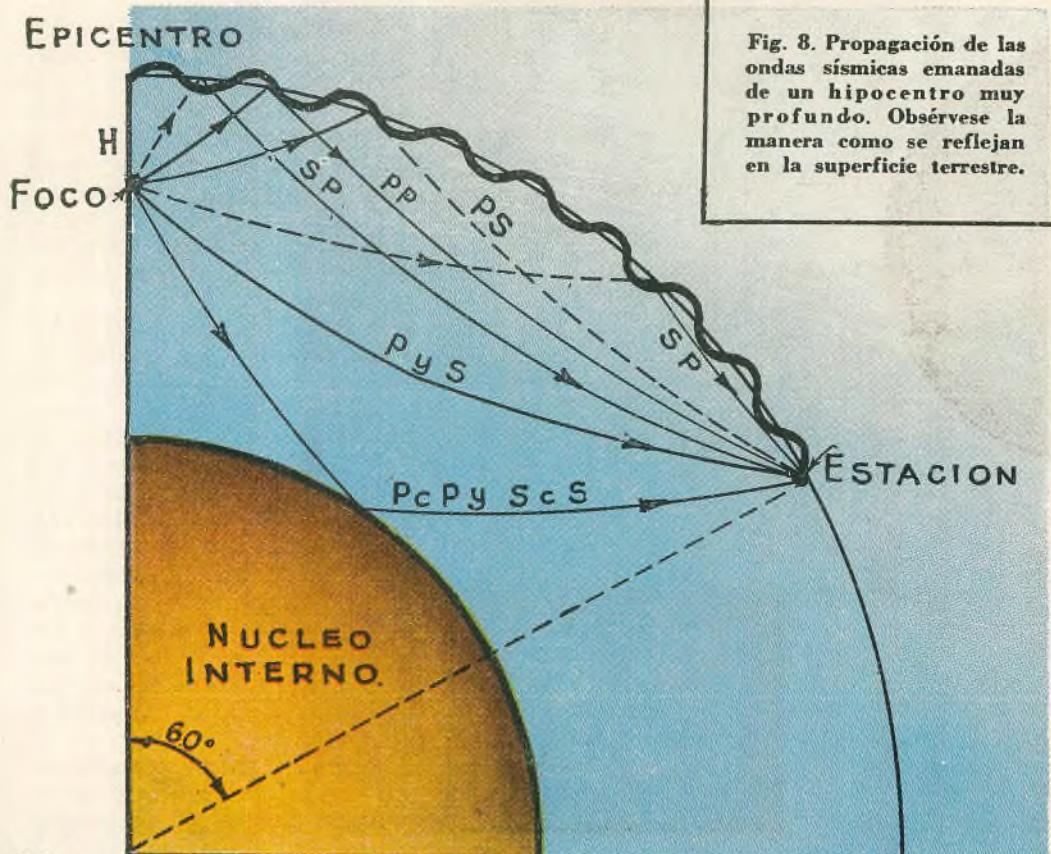
Con lo dicho hemos dado una idea, lo más clara posible, de la propagación de la energía sísmica.

No obstante, nos falta, para completar la idea actual sobre propagación de las ondas elásticas en el interior de la Tierra, mencionar que la ciencia del sismo ha logrado un nuevo conocimiento sobre el espectro de la radiación sísmica cuando se trata de terremotos cuyo foco o hipocentro está a grandes profundidades (400 hasta 700 kilómetros).

Supongamos una estación sísmica situada a unos  $60^{\circ}$ , es decir, a 6.700 kilómetros de distancia del epicentro. (Véase Fig. 8.)

Del foco parten las ondas P<sub>c</sub>P y S<sub>c</sub>S que ya conocemos, así como las ondas P y S. Pero debido a la profundidad h del foco se engrendan nuevas ondas, que denotamos, sucesivamente, con los

(Continúa en la página 68.)



# Filosofía y Física de los Corpúsculos

Por  
**JUAN A.  
BUSSOLINI**  
Director del  
Observatorio  
de San Miguel

Dice Platón que para ser buen gobernante es necesario saber: aritmética, música, geometría y astronomía. Significa esto que la cultura del soberano debe ser tal, que pueda asimilar cualquiera de las inquietudes de sus súbditos, lo que representa abarcar todas las ramas del saber, cosa que comprendían las cuatro disciplinas mencionadas por el filósofo.

En efecto, las ciencias de la naturaleza, cualquiera sea su expresión, tienen que abordar el estudio de algo que es cuantitativo, vale decir, de algo material cuya primera manifestación es la cantidad. Y ésta no puede ser sino discreta (aritmética) o continua (geométrica); la música sería la materialización de lo discreto o discontinuo siendo a su vez de lo continuo la astronomía.

Así, pues, el filósofo, y en el libro de las leyes, nos ha puesto en presencia del problema secular de las ciencias —el cuerpo natural continuo o discontinuo— cuyas leyes él sabio trata de develar.

El cuerpo natural es un ente extenso físico; en consecuencia, como ente es objeto de la metafísica; como extenso, de las matemáticas, y como físico, de las demás ciencias, y en especial de la física. Un tal ente, entonces, deberá sujetarse a las leyes de estas tres disciplinas científicas, para las

que valen los grados de abstracción propios de las mismas. Mientras las ciencias físicas, abstrayendo de las condiciones individuales, tratan al cuerpo como aparece sensorialmente, y las matemáticas se independizan de la materia en particular, aunque no en forma total, por cuanto consideran lo extenso, y esto ya constituye, aunque más no sea, el punto de partida del cuerpo cuanto; la metafísica, en cambio, con abstracción superior se desligará en absoluto, y en forma total, de toda materia, considerando única y exclusivamente al ser como tal.

Las exigencias de cada una de estas ciencias se realizarán en el estudio del cuerpo natural sin interferencias, siempre que el hombre al razonar lo haya hecho con rigurosa lógica. Por eso, si en alguna de las conclusiones de las ciencias en cuestión surge algún error, dará lugar a las llamadas antinomias científicas, precisamente porque al ser el mismo cuerpo natural el objeto de las tres disciplinas, valen deducciones opuestas. Tal, por ejemplo, la metafísica del ente invariable de Parménides, del mismo ente cuya variabi-

lidad la ciencia física comprobaba continuamente; o la metafísica kantiana del compuesto de entes simples e inextensos, cuya imposibilidad claramente revelaban las matemáticas.

De no llegar, pues, a un entendimiento en las así llamadas antinomias filosófico-científicas, es como se desemboca a aseveraciones tales como negar la existencia real de los cuerpos, volcándose los cultores de las ciencias o hacia un dinamismo absoluto o hacia un idealismo, donde, por sobre todo, parecería prevalecer la falta del sexto de los sentidos: el sentido común.

Decididos, pues, a abordar ya el estudio integral del problema, plantearemos, en primer lugar, la doble faz conceptual de la cuestión corpuscular, objeto de esta serie de artículos de MUNDO ATOMICO, en la siguiente forma:

Puesto que un conjunto de elementos extensos da origen a un nuevo extenso, ¿vale también que un extenso podría ser el resultado de un conjunto de elementos inextensos, indivisibles? Recíprocamente: pudiéndose un cuerpo extenso dividir en elementos

extensos menores, y éstos, a su vez, porque extensos, también en elementos de menor extensión, ¿se podrían extender estas subdivisiones hasta llegar a elementos componentes, inextensos, indivisibles?

A ambas cuestiones se responde negativamente. Y esto parece claro.

Pero si un ente extenso continuo no puede ser el resultado de elementos inextensos e indivisibles, pudiéndosele, por lo tanto, subdividir indefinidamente sin llegar nunca a dar con sus partes últimas constitutivas, entonces nos veríamos obligados o a admitir en el cuerpo natural un conjunto de partes integrantes infinitas en número, lo que atemoriza a muchos filósofos, o a cargar con la responsabilidad de que los constitutivos últimos de los cuerpos son partes inextensas, siendo entonces los geómetras quienes nos anatematizarían.

Ante un concepto y conclusión claros en matemáticas se presenta en metafísica el cuerpo natural extenso como algo que a primera vista desorienta.

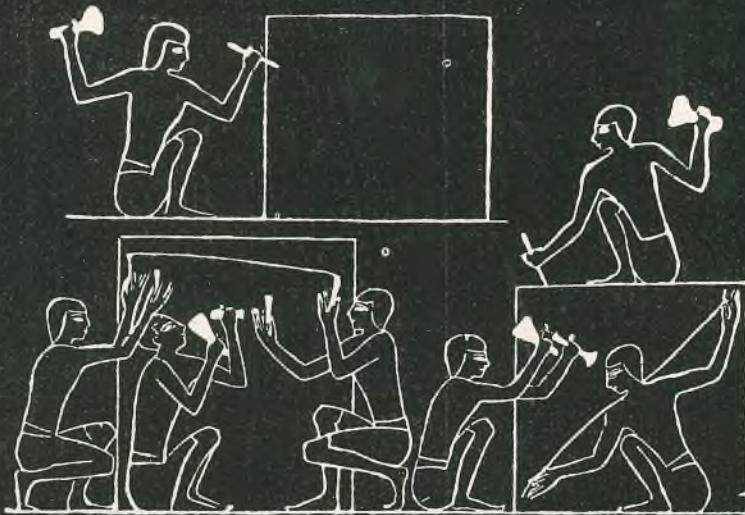
El armonizar ambas conclusiones antinómicas será el objeto del artículo del siguiente número de MUNDO ATOMICO.



**L**AS unidades de medida, que en la más remota antigüedad casi exclusivamente regulaban las transacciones comerciales entre los hombres, fueron progresivamente aumentando su importancia con el progreso de la humanidad, hasta adquirir una extraordinaria significación con el nacimiento y progreso de la geodesia y de la técnica, dando origen a una verdadera ciencia, la metrología.

Si se echa una mirada retrospectiva sobre las unidades de medida de longitud utilizadas por el hombre a través del tiempo, se advierte que siempre fueron referidas a dimensiones naturales. Es así como se suceden la pulgada, el dedo, el codo, el pie, la vara, la yarda y la toesa; de valores por lo general imprecisos y tan diversos como las nacionalidades, y aun como los centros poblados de las mismas. Sólo durante el siglo XVIII se advierte el propósito de poner orden en las unidades de medida, pues cada estado no sólo tenía su propia unidad, sino que la había subdividido en diversas formas, y a pesar de que el nombre de la unidad era en todas partes el mismo, su valor era distinto. Así, por ejemplo, el pie tenía los siguientes valores en cm.: en Baden, 30; en Baviera, 29,91859; en Austria, 31,610; en Prusia, 31,38535; en Sajonia, 28,319; en Württemberg, 28,649, y en Suiza, 30.

Entre las antiguas unidades de medida merece especial mención la toesa, que durante siglos constituyó la unidad de medida reinante en Francia. Entre las tosesas que en diversas épocas sirvieron de unidad en este país corresponde destacar la denominada toesa del Perú, a la que se refirieron las bases del célebre arco de meridiano medido en este país por los académicos franceses La Condamine y Godin, entre los años 1735 y 1743. La toesa del Perú se dividía en seis pies de 32,484 cm.; cada pie en doce pulgadas de 2,707 cm. y cada pulgada en 12 líneas de París de 2,256 milímetros.



Según un grabado antiguo, así median las piedras los canteros egipcios.

# Metro

**El prototipo universal del metro, unidad de medida de la metrología moderna, y el problema metrológico en los países americanos.**

**POR EL INGENIERO CIVIL HELIODORO NEGRI**

**L**A anarquía en las unidades de medida reinante en Francia a mediados del siglo XVIII hace nacer en el espíritu de **Talleyrand** la necesidad de la unificación de las mismas, y lo inducen a elevar a la Asamblea Constituyente de Francia, en 1790, un proyecto de creación de una nueva unidad de medida. La Asamblea Constituyente aprobó tan importante proposición, y resolvió que la nueva unidad a crear debía ser una medida "natural", invariable, y que pudiera ser establecida con toda exactitud en cualquier momento; lo cual facilitaría su utilización con carácter universal.

**Borda, Lagrange, Laplace, Monge y Condorcet** sugieren adoptar una unidad de medida tomada de la Tierra misma, en perfecta concordancia con las unidades en uso, y proponen adoptar como unidad real el cuarto de meridiano terrestre y como unidad práctica su diezmillonésima parte. Surge así la necesidad de una precisa determinación de la longitud de un meridiano terrestre y se procede a la tercera medición del denominado meridiano de Francia, que conducen **Delambre y Mechain**.

Obtenidos los elementos necesarios para el establecimiento de la nueva unidad de medida, que a propuesta de **Borda** se le denominó "metro", **Fortin** la materializa en una regla de platino de  $25 \times 4,05$  mm. de sección y 1 m. de longitud.

Queda así establecida la nueva unidad como una **unidad de medida entre extremos**, en concordancia con los tipos de unidades entonces en uso.

La nueva unidad de medida fué comparada con la toesa del Perú con precisión de 1/100 mm., lo cual significó un considerable progreso para la época.

Por decreto del 10 de diciembre de 1799 esta regla fué declarada "mètre des archives définitives" y depositada con toda solemnidad en los archivos de Francia. A partir de entonces el **metro** resultó, por de-

finición, igual a la distancia entre los centros de las caras terminales del patrón de los archivos de Francia, a la temperatura del hielo fundente, y sin ninguna referencia más a su relación numérica con el meridiano terrestre.

Si bien la idea de la Asamblea Constituyente de 1790 había sido la de que el metro fuera una unidad de medida internacional, este propósito sólo pudo cumplirse muchos años después.

La creación de los metros nacionales y su comparación con el metro de los archivos, absolutamente necesaria, depen-

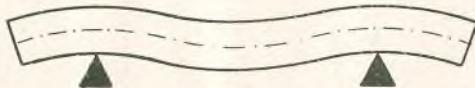


Fig. 1

dían de la buena voluntad de Francia. Por otra parte, el metro de los archivos no había sido bien construido y adolecía de graves defectos: el material utilizado era muy blando y su sección transversal débil y mal elegida, por lo que se deformaba con facilidad y daba lugar a que entre las distintas copias hubiera diferencias del orden de 1/100 mm., lo que ya a mediados del siglo XIX no se consideraba admisible, sobre todo desde el punto de vista geodésico.

En virtud de los inconvenientes que acabamos de destacar, en la "Conferencia para la Medición del Grado de Europa Central", que tuvo lugar en Berlín en 1867, se estableció la conveniencia de la creación de una entidad internacional, cuya misión sería la creación de un nuevo prototipo internacional del metro; su conservación, la confección de copias con destino a los países interesados, lo mismo que su contraste periódico entre sí y con el prototipo internacional; aprobándose una resolución cuyos artículos más importantes rezan así:

**Artículo 7º** — A fin de definir la unidad común de medida para todos los países de Europa y para todos los tiempos, tan exactamente y tan invariable como sea posible, la Conferencia recomienda la construcción de un nuevo metro prototipo europeo. La longitud de este metro europeo deberá diferir tan poco como sea posible de la del metro de los archivos de Francia, en París, y debe, en todo caso, ser comparada con él con la más grande exactitud. En la construcción del nuevo patrón prototípico es necesario tener en vista, sobre todo, la facilidad y la exactitud de las comparaciones necesarias.

**Artículo 8º** — La construcción del nuevo prototipo, así como la confección y la comparación de sus copias destinadas a los diferentes países, deberá ser confiada a un comité internacional, en el cual los estados interesados estarán representados.

Este deseo de la Conferencia para la Medición del Grado de Europa Central de 1867 sólo pudo llevarse a feliz término en la célebre "Convención del Metro", que se realizó en París el 20 de

mayo de 1875, en la que los 26 países adheridos, entre los que se encontraba la República Argentina — representada por don **Mariano de Balcarce**, hijo político de nuestro Gran Capitán a la sazón Ministro Plenipotenciario de nuestro país en Francia — se comprometieron a mantener en el futuro una **Oficina Internacional de Pesas y Medidas**. Es ésta, pues, la fecha de la creación del "Bureau International des Poids et Mesures", el que, debido a la valiosa colaboración de Francia, instaló su sede en el pabellón de Breteuil en Sèvres, cerca de París, donde inició sus actividades el 1º de enero de 1876.

En virtud de lo propuesto por el químico francés **Henri Sainte-Claire de Ville**, basado en sus importantes estudios sobre los metales de una mina de platino, se eligió como material para los nuevos prototipos una aleación de 90 % de platino y 10 % de iridio. Un aumento del tenor de iridio conduce a aleaciones cada vez más duras, pero la dureza de la aleación de **Sainte-Claire de Ville** resultó satisfactoria, permitiendo un hermoso pulido y el perfecto grabado de finos trazos. Por otra parte, el elevado costo del iridio obliga a limitar el uso de este metal. Los progresos de la técnica y de la precisión han demostrado que la elección de esta aleación ha sido extraordinariamente feliz; presentando las siguientes ventajas: ambos metales cristalizan en el mismo sistema, es regular, y tienen la misma densidad, 21,15, lo cual asegura una íntima asociación de los componentes y da al metal



Alegoria de "Misura Universale", la famosa obra de Tito Livio Burattini. El Tiempo, padre del metro, del volumen y del peso.

una gran estabilidad molecular; la aleación tiene un coeficiente de dilatación térmica mínimo, excluyendo algunos metales muy raros; y finalmente, tiene una gran resistencia a la acción química, lo que es de gran importancia debido a que durante los contrastes los prototipos deben permanecer sumergidos en un líquido.

Por otra parte, **Henri Tresca**, que a causa del frecuente uso de la regla de platino del "Conservatorio" (1) había reconocido en ésta su insuficiente rigidez, pensó en la necesidad de adoptar un patrón poco deformable y en la conveniencia de utilizar el plano de las fibras neutras como soporte de los trazos de referencia. Además, el elevado costo del metal lo indujo a estudiar la sección transversal más conveniente de las reglas, de tal modo que, al mismo tiempo que dejaran en descubierto el plano de las fibras neutras en toda su longitud, fueran lo más económicas posible.

**Tresca** estudió 16 perfiles, y de ellos se eligió para los prototipos la sección en X, que reúne las siguientes condiciones: perfil inscripto en un cuadrado de 20 mm.

(Continúa en la pág. 23)

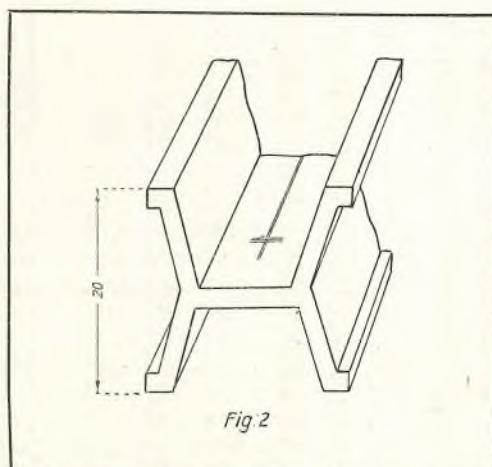


Fig. 2



**L**A fenología, pues, es la ciencia que estudia las transformaciones definidas aparte. De acuerdo con su etimología, pues su nombre resulta de la contracción de fenomenología (del griego phaenomenon = manifestación, y logos = tratado o ciencia), debe definírsela como la ciencia de las manifestaciones visibles de la actividad de los seres vivientes, pero se ha consagrado otra más clara y concreta: es "el estudio de los fenómenos periódicos que se producen en los seres vivos".

Su posición entre las ciencias no está definida de manera terminante; podría ser incluida junto con la Botánica, la Zoología o la Fisiología como una de las ciencias naturales, por estudiar procesos biológicos producidos en seres vivos, pero como su propósito principal es estudiar el dinamismo de la actividad

biológica, que está relacionada con la del mundo físico que lo rodea, la fenología debe ser considerada en la familia de las ciencias meteorológicas. No es considerada, sin embargo, por todos una verdadera ciencia, sino más bien como un método auxiliar de otras ciencias.

El método fundamental de estudio de que se sirve consiste en la observación sistemática y el registro de los fenómenos, es decir, de las manifestaciones visibles o factibles de someterse a medición. En posesión del mencionado material registrado repetidamente se vale de la comparación de cada proceso consigo mismo a través del tiempo, estudiando el ritmo con que se produce y sus variaciones; asimismo analiza unos procesos con respecto de otros, y los procesos biológicos con los del ambiente físico que rodean al individuo.

ción sobre varias otras ciencias; de ahí que la metodología fenológica deba proceder del efecto observado y buscar su causa determinante.

En el reino vegetal pueden ser objeto de observación las diversas especies por medio de sus órganos; se registra la aparición, crecimiento, transformación y desaparición de tallos, hojas, flores, raíces y componentes químicos derivados de la actividad de éstos. En el reino animal lo son el canto de las aves, la postura de huevos, nacimiento de los pichones, modificación temporal de la plumaje en las aves, migraciones, variaciones en la producción de leche y una innumerables consecuencias de la actividad funcional en la amplia gama de especies que abarca este reino.

Como es muy elevado el número de especies con que cuentan los reinos animal y vegetal susceptibles de observación, es también muy rico el material a disposición de esta ciencia y muy amplias sus posibilidades. Si se consideran simplemente las modalidades que ofrece la floración de las distintas especies arbóreas, entre las que pueden contarse especies de floración muy breve o muy larga hasta abarcar todo el año; si se tiene en cuenta que alternando una especie con otra se puede llegar a una suce-

# La Fenología

## C I E N C I A D E L

La actividad biológica ejecutada por seres de constitución orgánica y actividad funcional complejas, que reaccionan en una sola manifestación ante numerosos factores que obran simultáneamente sobre el individuo, representan un valioso instrumento de estudio, aplicable a la investiga-

sión de floración continua, y que la floración de algunas especies es sensible al aumento o disminución de la humedad del aire o de la temperatura en otras, y hasta de la calidad de las radiaciones que recibe, floreciendo solamente con tiempo nublado o con sol, de noche o de día,

etcétera, es posible apreciar el material casi ilimitado y la amplitud del campo que abarca la fenología.

Desde el punto de vista geográfico la distribución natural de las especies tiene estrecha relación con la fenología, pues procesos del ambiente físico y las exigencias del organismo vegetal guardan concordancia y permiten la supervivencia natural de las especies y el dominio de las mejor adaptadas. Las especies vegetales sometidas a cultivo sufren la influencia de la interrelación fenológico-climática en forma semejante a las que crecen en condiciones naturales, y es función de la técnica encontrar las zonas de mejor concordancia, que se traducen, por fin, en mejor y mayor rendimiento.

Las enfermedades que afectan a los seres vivos de los dos reinos, sin excluir al hombre, particularmente las conocidas epidémicas, tienen estrecha relación con el desarrollo del proceso meteorológico, y la fenología de su evolución y acción provee del elemento quizás más valioso para su estudio y ulterior defensa.

El campo de acción más valioso en materia de conocimientos fenológicos radica probablemente en las posibilidades que esta ciencia ofrece para conocer las leyes biológicas en virtud de la acción del medio ambiente sobre ellos. La investigación biológica sale así de ambientes reducidos para utilizar el amplio laboratorio de la naturaleza, el cual tiene la virtud de permitir la verificación de fenómenos entrevistados y llegar al establecimiento de leyes nuevas. La fenología se perfila así como una ciencia teórica a la vez que práctica, que tiene campo en sí misma, y es, además, instrumento y

método para alumbrar problemas de otras disciplinas.

El origen de la fenología es muy lejano; ya el Evangelio proporciona algún elemento básico para ello cuando expresa: "Cuando madure el fruto de la higuera sabréis que está próximo el verano." Otra circunstancia histórica ofrece también el interés de la curiosidad, y se remonta al imperio de Pedro el Grande, zar de todas las Rusias, quien ordenó que en todas las provincias del imperio se recogiera la primera flor de cerezo que se abriera y se enviara a Moscú, con indicación de la fecha en que se producía el fenómeno. De este modo obtuvo para un año determinado un valioso registro documental.

La observación y registro fenológico sistemático fué conducido desde muy antiguo por diversos estudiosos. El ingeniero agrónomo Juan J. Burgos cita a este respecto las observaciones conducidas por el abate Cotté, que inició registros fenológicos en Francia en el año 1774, y Scopoli en Eslovenia en 1772. La sistematización del método de observaciones se debe a Quitelet, que publicó en 1842 sus "Instruction pour l'observation de phénomènes périodiques".

Las observaciones organizadas en redes nacionales datan también de mucho tiempo atrás. Así, Inglaterra ya observaba setenta y seis especies en 1844; Bélgica, en 1849, cincuenta y dos; Alemania, en 1846, ciento treinta, y en Francia se observaban en 1852 ciento sesenta y nueve especies, etc.

En nuestro país algunos investigadores iniciaron aisladamente observaciones desde mucho tiempo atrás; así, Beut tomó observaciones en 1887; Lych Arribalzaga, en 1894; Hicken, en 1910; etc., según una

publicación del ingeniero agrónomo Armando L. De Fina. La observación sistemática en red nacional fué iniciada por el Servicio Meteorológico Nacional a partir del año 1940, realizándose en la actualidad por varios millares de observadores distribuidos en todo el territorio del país.

Aunque la República Argentina no se puede contar entre los países iniciadores de los estudios fenológicos en el mundo, actualmente se encuentra a la altura de los más adelantados, principalmente en cuanto a realizaciones prácticas.

El principal centro de estudios en esta materia está radicado en el Servicio Meteorológico

Nacional, aunque hoy investigadores fuera de él que realizan una labor de mucha importancia para el progreso de esta materia.

Nuestros aportes consisten, en cuanto a la fenología misma, en el perfeccionamiento del sistema de observaciones con el fin de cuantificar la intensidad con que se desarrollan los procesos fenológicos, y en la relación que existe entre la fenología y la región de origen de las especies perennes de la flora autóctona argentina. Los ingenieros agrónomos A. L. De Fina y E. Clos han estudiado la forma como se desarrollan las fases fenológicas en los alrededores de la ciudad de Buenos Aires.

(Continúa en la pág. 82)



## DINAMISMO BIOLOGICO

POR EL INGENIERO AGRONOMO NESTOR R. LEDESMA

*A lo largo de su existencia los seres vivos experimentan un proceso de crecimiento en volumen que es interrumpido por la aparición de nuevos órganos, modificación de los existentes o la adopción de nuevas costumbres, fenómenos que se producen periódicamente y afectan la estructura orgánica de los procesos fisiológicos. Estas modificaciones están relacionadas estrechamente con las variaciones que se operan en el ambiente que rodea al individuo y actúan sobre él, trascendiendo, por lo tanto, las interrelaciones entre el individuo y el medio ambiente.*

**L**A correlación de los estratos de cualquier localidad con estratos de otras regiones se basa en una serie de observaciones, como ser la característica y uniformidad litológica, la concordancia en la sucesión de los estratos, la asociación y semejanza de los fósiles contenidos en ellos, las relaciones entre las discordancias, intrusiones, extrusiones, rasgos metamórficos o diagenéticos, presencia y asociación de los minerales detritícos, los caracteres determinantes de las partículas minerales, a saber: esteridad, coloración, alteraciones, inclusiones, etc. En una palabra, para correlacionar los distintos estratos que componen una serie sedimentaria, objeto de la Estratigrafía, debemos determinar previamente su composición litológica y su contenido paleontológico. Es así como se convierten la Petrografía en el primer caso, y la Paleontología en el segundo, en ciencias auxiliares de la Estratigrafía.

# LA Paleontología como AUXILIAR de la Estratigrafía

POR NOEMI CATTOI

De la Sección Paleozoología (Vertebrados) del Departamento de Ciencias Zoológicas del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales y Museo (anexo).

**C**UANDO un paleontólogo estudia un fósil en su valor intrínseco, o sea en su naturaleza íntima, estructura, morfología, semejanzas y diferencias con otros seres, tal como el zoólogo estudia un animal, el botánico un vegetal, el petrógrafo una roca, lo hace en el sentido de ciencia pura, que estudia el fósil por el objeto en sí mismo, y hasta sin pensar que sus investigaciones constituyen una reserva teórica para futuras posibilidades técnicas. Pero cuando entrega el resultado de sus especulaciones científicas a otras ciencias, por ejemplo a la estratigrafía, su valor teórico va adquiriendo cada vez un positivo valor práctico.

El estudio de los estratos comprende no sólo la determinación física, química y mineralógica de los mismos, sino también la interpretación de las condiciones ambientales en que se formaron y depositaron los sedimentos, así como el establecimiento de los cambios que los afectaron después de su depósito y anterior y posteriormente a su litificación. Este estudio podrá ser aplicado, entre otros, al descubrimiento de depósitos minerales útiles al hombre y a las condiciones de su ulterior explotación.

Si en las investigaciones físicas, químicas y mineralógicas

interviene primordialmente la petrografía sedimentaria, en las que se refieren al estudio ambiental y condiciones de depósito, es la paleontología la que aporta los mayores datos utilizables.

De este modo, todo estudio de sedimentos con propósitos de correlación involucra la recolección de fósiles y de los materiales sedimentarios. Los fósiles deben ser recogidos unidad por unidad en una sucesión estratigráfica, y también en cada estrato, lateralmente. La distribución del fósil debe ser seguida tanto verticalmente, para auscultar los cambios evolutivos, como lateralmente para establecer su contacto con otras especies y su área de distribución.

Una vez recogidos los fósiles es el paleontólogo el que debe estudiarlos y determinarlos. El sabe que la historia de cualquier organismo puede ser ubicada en las dos fases de vida y muerte, y que para conocer las condiciones de vida que tuvo un organismo fósil no puede determinarlas únicamente por sus características de muerte o enterramiento que ha sufrido después de su muerte. En la biocenosis (interacción de asociación de organismos y medio) los seres pueden fiscalizar en mayor o menor grado sus actividades, pero después de muertos, o sea en la thanatocenosis (interdependencia de la asociación de organismos y el ambiente, que comienza con la muerte y ter-

mina con el enterramiento) los animales o vegetales, o partes del cuerpo de esos organismos, son controlados por factores inorgánicos u orgánicos extríños a ellos. Todos esos factores debe considerarlos el paleontólogo para poder establecer si el medio que rodea al fósil encerrado en los estratos responde a sus condiciones vitales, de muerte o de posterior transporte.

Sabemos que los seres sufren modificaciones a lo largo del tiempo, y que no sólo se modifican y adquieren caracteres cada vez más diferenciados, sino que grandes grupos se extinguieren en un determinado periodo geológico, no pasando a otros más modernos. La paleontología ha deducido estos hechos en gran parte por la comparación de los restos con los seres vivientes, y así ha tratado de llegar a establecer la mayor o menor antigüedad de un fósil concorde a las características morfológicas o anatómicas más o menos primitivas. Además, el examen paleontológico de los fósiles demuestra que ellos difieren, con el tiempo, los unos de los otros, pero que en un sentido horizontal los estratos pueden encerrar los mismos

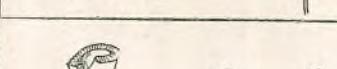
fósiles aun en grandes extensiones y en capas sin continuidad. El principio que establece que "los estratos que encierran fósiles idénticos son contemporáneos" se basa en tales observaciones. Recorremos que la recíproca no es exacta, ya que no por contener distintos fósiles los estratos van a ser forzosamente de diferente edad, pueden o no serlo, según su origen y a las distintas facies a que pertenezcan. Pensemos en el mundo actual, en que cada flora y fauna tiene para vivir su propio ambiente, y que contemporáneamente proliferan asociaciones de organismos, por ejemplo, en alta mar, que difieren en un todo a las de las regiones costaneras, lacustres, terrestres y, según la latitud, profundidad, altura, etc.

Por lo tanto, la paleontología contribuye de manera preponderante a la determinación de la edad relativa de los estratos, estableciendo su correlación cronológica y sus características paleobiológicas y paleogeográficas.

Así como los organismos difieren los unos de los otros por sus manifestaciones vitales (desarrollo, adaptaciones, períodos de vida, etc.) también su

vida filética, o sea la duración de la vida de una familia, género, especie, o variedad a través de los períodos geológicos, y la amplitud de sus variaciones estructurales en su evolución, son completamente distintas. Existen seres que se han mantenido casi sin modificaciones estructurales, a través de miles y millones de años, como, por ejemplo, ciertas algas, bacterios, braquiópodos, y aun vertebrados, mientras que otros tuvieron una muy breve vida geológica, o bien, en lapsos más o menos cortos, presentaron variaciones estructurales, sucediéndose bruscamente. Se comprende que aquellos organismos que se han mantenido casi inalterados desde los albores de la historia geológica de nuestra Tierra, no han de servir mucho para correlacionar formaciones más o menos lejanas, ya que con ellos no es posible establecer la mayor o menor antigüedad. Por el contrario, aquellos seres que sólo vivieron un breve capítulo de la historia geológica, o si vivieron largo tiempo, sufrieron continuas mutaciones, con características que los hacen inconfundibles y permiten diferenciarlos netamente los unos de los otros, serán de gran utilidad para establecer identidades cronológicas. Es necesario, además, que el organismo haya tenido una gran distribución geográfica para que sea de mayor provecho su presencia y poder deducir las relaciones entre estratos muy apartados geográficamente. Los fósiles que reúnen las condiciones recién enunciadas: una breve vida geológica (o si no es corta, con continuas y bruscas modificaciones estructurales) y una gran área de dispersión geográfica son los que utiliza el estratígrafo y reciben el nombre especial de "fósil guía" o "índice" o "característico".

Pero todavía debemos citar otros fósiles que, sin ser "índice" son de mucho interés para el geólogo: son los fósiles de facies, o sea los restos de los

Eras	Periodos	Fauna y Flora	Vida Dominante	Antigüedad en años
Cenozoica	Actual		Dominio del hombre	20.000.—
	PLIOTOCENO			1.000.000.—
	MIOCENO			
	OLIGOCENO			
	EOCENO			
	PALEOCENO			
Mesozoica	Cretáceo			70.000.000.—
	Jurásico			
	Triásico			170.000.000.—
Paleozoica	Pérmino			200.000.000.—
	Carbonífero			
	Devónico			260.000.000.—
	Silúrico			
	Ordovícico			350.000.000.—
	Cámbrico			400.000.000.—
Proterozoica				500.000.000.—
Arqueozoica		Animales y vegetales unicelulares		2.000.000.000.—

organismos que han vivido bajo la dependencia de factores geográficos y biológicos especiales. Ellos proporcionan datos de importancia sobre las condiciones de depósito, climáticas, de altura, profundidad, etcétera.

Muy grande es el aporte paleontológico al estudio estratigráfico de nuestro país. Para las formaciones paleozoicas y mesozoicas de Patagonia, oeste y norte de la República Argentina, su contribución para resolver los problemas estratigráficos afectados a zonas de

**Cuadro evolutivo de la fauna y de la flora a través de los períodos geológicos (las eras y los períodos están proporcionalmente distribuidos según su escala en años, menos las eras Arqueozoica y Proterozoica; los seres no guardan proporción de talla por razones de espacio).**

interés económico capital, como lo son los yacimientos carboníferos y petrolíferos, es de la mayor importancia. En lo que respecta a los sedimentos cenozoicos y más aún a los más modernos de todos ellos,

como ser los estratos loessoides de la llamada "Formación Pampeana", en su sentido más amplio y como la considerara Ameghino y sobre la que está edificada la zona del Gran Buenos Aires, las especulaciones científicas sobre el conjunto faunístico de esos tiempos, que no llega a más de 1.000.000 de años de antigüedad, han permitido no sólo establecer la sucesión de los estratos, sino también las variaciones climáticas, las condiciones de vida (involucrando los problemas de erosión y de cuencas

acuíferas de interés práctico insospechado), la correlación con otras regiones lejanas, la migración de fauna, etcétera. Nuestro paleontólogo por excelencia, Florentino Ameghino, así como otros autores, realizaron estudios minuciosos de la fauna de mamíferos extinguidos y establecieron entidades estratigráficas caracterizadas por una agrupación faunística, determinando asimismo los fósiles guía de cada una de ellas, a tal punto que hoy es indiscutible, por ejemplo, la presencia de Ensenadense (Ensenadana), utilizando la terminología de Ameghino, ante el hallazgo "in situ" de restos de "*Typhotherium cristatum*" que fué un mamífero del orden extinguido de los notoungulados, cuyo phylum se remonta a principios del Oligoceno medio (Deseadaná, couches a "*Pyrotherium*") y que su muerte filética se produce a principios del Pleistoceno, precisamente en esos estratos. Más modernamente aún, pero siempre dentro de las formaciones loessicas, en el Bonarensse-Lujanense (Bonaeriana) y en el subsuelo de nuestra capital, hallamos ya una nueva agrupación de mamíferos, autóctonos unos como "*Megatherium americanum*" (gigantesco perezoso extinguido), "*Toxodon platensis*" (del orden extinguido de los notoungulados), "*Doedicurus clavicaudatus*" (gran armadillo extinguido), "*Macrauchenia patachonica*" (del orden extinguido de los litopterna), etc.; invasores otros, como "*Equis curvidens*" (caballo extinguido), "*Smilodon bonaerensis*" (tigre de los dientes de sable, extinguido), "*Stegomastodon superbus*" (Proboscídeo extinguido), "*Palaeolama weddelli*" (llama extinguida), etc., que la caracterizan en forma indiscutible.

La Paleontología en su



aporte a la Estratigrafía, proporciona los datos para contribuir a establecer la edad relativa de los distintos estratos. La determinación de la edad absoluta de cada uno de los actos del gran drama terrestre que es la historia geológica de nuestro globo, es ya del dominio de otros campos de investigación, en donde los astrónomos, los físicos, los químicos, los geofísicos, etc., tienen la palabra,

**MESOSAURUS** un reptil extinguido, de 80 centímetros de longitud, que habitó en los primeros tiempos del Pérmico los lagos de Sudáfrica y Sudamérica (Brasil), y cuyo hallazgo sirvió para establecer correlaciones estratigráficas entre esas dos regiones del globo. (Restauración inspirada en Me Gregor.)

Para concluir y resumir en pocos términos el tema que he querido presentar a los lectores, expresaré que la Paleontología, como auxiliar de la Estratigrafía, facilita los datos sobre los fósiles que ella le re-

quiere para establecer las correlaciones cronológicas, las condiciones de depósito, las variaciones climáticas, etcétera, de los distintos estratos. Los fósiles útiles al estratígrafo son de dos tipos: guía y de facies.

## M E T R O

(Continuación de la pág. 17)



Medidas usadas en Cambridge, Inglaterra: a) la yarda, 1824; b) galón, 1824; c) bushel, 1823; d) bushel, 1601, y e) medida standard, del año 1646.

de lado, con talones y nervaduras de 3 mm. de espesor; área del perfil  $S = 150,92 \text{ mm}^2$ ; momento de inercia  $I = 5213 \text{ mm}^2$ ; coeficiente de rigidez  $I:S = 34,52$ ; relación entre el momento de inercia del perfil y el del metro de los archivos, 39,10, y relación entre el coeficiente de rigidez del perfil y el del metro de los archivos, 25,90. Dividiendo la relación entre el coeficiente de rigidez de los 16 perfiles estudiados por el área del respectivo perfil, se obtuvo el mínimo de las flexiones correspondientes a un dado costo; desde este punto de vista la excelencia de la sección en X se pone todavía más en evidencia.

De acuerdo con las experiencias poco alentadoras que se habían tenido con patrones de medida entre extremos en el empleo del metro de los archivos, se decidió establecer el nuevo prototipo como patrón entre trazos, ya que en éstos pueden efectuarse las mediciones con mayor precisión mediante medios puramente ópticos y sin peligro de dañar el prototipo.

Otra cuestión que debió considerarse fué la de la forma de apoyo. Como por primera vez observó Kater en 1826 y luego Bessel analizó profundamente, la longitud de una barra depende de la clase de apoyo, debido a la flexión que se origina.

Puesto que dos superficies jamás son completamente planas de tal modo que se toquen en todos sus puntos, la longitud de una barra en tales condiciones resulta completamente indeterminada, y sólo queda perfectamente definida en el caso en que la misma se apoye en dos líneas. Por tales motivos se eligió para los prototipos esta clase de apoyo, para el que la invariabilidad requerida corresponde a la longitud de la regla en estado de deformación, medida en proyección horizontal.

Se ha demostrado que la deformación mínima por flexión de una regla de largo  $L$ ,  $dL$ , se produce para apoyos situados a  $a = 0,22031 L$  de los extremos.

Los puntos de apoyo así definidos se denominan **puntos de Bessel**.

La variación de longitud producida por flexión de una barra apoyada en los puntos de Bessel está dada por la siguiente expresión:

$$dL_0 = -0,0000026 L^3/a^2 - 0,0000066 \frac{G^2 L^5}{\lambda^2 E^2} \quad (1)$$

en la que  $a = 2 \cdot E \cdot \lambda \cdot L/G$ . El módulo de elasticidad es  $E$ ,  $\lambda$  el momento de inercia de la sección transversal con respecto a su eje medio horizontal y  $G$  el peso de la regla.

De la figura 1 se deduce que para que la variación de longitud por flexión resulte lo más pequeña posible, la regla debe poseer un alto módulo de elasticidad y un gran momento de inercia, lo mismo que poco peso. Todas estas exigencias son ampliamente satisfechas por la sección transversal en X con nervaduras, propuesta por H. Tresca en 1872, en la que a fin de que el plano de las fibras neutras quede a mitad de altura se debilita lo necesario su parte inferior.

Para el metro prototípico apoyado en los puntos de Bessel,  $dL_0$  permanece debajo de  $1\mu$  ( $dL_0 = -0,0007\mu$ ).

Casi tan favorable como la sección en X es la forma en H, frecuentemente empleada a causa de su más cómoda construcción, y en los que también se debilita la parte inferior lo necesario para que el plano de las fibras neutras quede a mitad de altura.

De una colada de 250 kg. de platino-iridio se construyeron 30 reglas de la sección en X antes indicada y de 102 cm. de longitud. Estos ejemplares fueron

construidos por la casa Johnson-Matthey y Cía. de Londres, con una aleación de extraordinaria pureza; habiéndose también construido otros ejemplares de excelente calidad por el "Conservatoire des Arts et Métiers" de París.

Lo más exactamente posible a la distancia de 1 m. se grabaron dos trazos de  $6 \text{ a } 8\mu$  de ancho, y a  $1/2 \text{ mm}$ . de distancia de cada uno de estos trazos se grabaron otros dos, simétricamente situados con respecto a los trazos principales, los que sirven para el contralor de los tornillos micrométricos de los microscopios utilizados en los contrastes. Estos trazos son cruzados simétricamente con respecto al centro por dos trazos algo más fuertes, a una distancia de 0,2 mm. uno de otro; siendo precisamente la parte de los trazos terminales del prototipo comprendida entre estas dos líneas las que se bisectan al efectuar contrastes.

El grabados de la figura 2 y la primera comparación de los nuevos prototipos con el metro de los archivos estuvo a cargo de J. René Benoit y Gustavo Tresca, bajo la vigilancia de una comisión mixta (2) y fueron efectuados en el "Conservatoire des Arts et Métiers".

El 26 de septiembre de 1889 la Conferencia General de los países adheridos a la Convención del Metro, adoptó como prototipo internacional aquella de las treinta copias que mejor concordaba con el metro de los archivos. La regla elegida fué la N° 6, considerada irreprochable desde el punto de vista de su pulido y de su trazado, la que se retiró del conjunto y se la reemplazó por la N° 31, procediéndose a un nuevo contraste de todos los ejemplares con relación a la N° 6, que fué declarada prototipo internacional.

La compensación de todos los resultados de estas últimas comparaciones arrojó para la regla N° 6, **Prototipo del Sistema Métrico**, el valor (3)  $I_2 = 64,03 \text{ a } 0^\circ$ ; valor que por azar resultó rigurosamente igual al que se había encontrado por las comparaciones hechas con el Metro de los Archivos.

En la fecha antes mencionada quedó, pues, creado el **Prototipo Internacional del Metro**, que define la unidad de medida de longitud actualmente en uso con carácter casi universal, y que coordina satisfactoriamente las actividades metrologicas, tanto en el campo de la geodesia como en el de la técnica en general.

Un análisis de la tabla que se transcribe a continuación muestra, a la vez que el grado de homogeneidad alcanzado en la fabricación de la aleación, la precisión con que Gustavo Tresca efectuó el grabado de los trazos.

(Continúa en la pág. 30)

**E**n el estudio y solución de problemas de radiactividad, uno, que se presenta muy a menudo, es el de contar las partículas elementales: alfa, beta, gamma, neutrones..., provenientes de los procesos nucleares desintegrantes característicos del radio, torio, uranio... e isotopos radiactivos. Esta emisión es, muchas veces, sumamente elevada, por lo cual los contadores mecánicos no sirven, y es preciso emplear dispositivos electrónicos que sean capaces de seguir el ritmo elevado de emisión en las desintegraciones nucleares. En el N° 3 de MUNDO ATOMICO se describió un contador binario, sencillo y eficiente. Ahora se publican los circuitos principales de un contador decimal automático que presenta grandes ventajas sobre el modelo anterior, en lo que se refiere a facilidad de lectura, ya que el aparato, instante tras instante, indica con números la cantidad exacta de las partículas que recibe.

Además, como es práctica ventajosamente empleada, en esta clase de mediciones se puede hacer trabajar el equipo buscando el tiempo empleado por el aparato para detectar un número predeterminado de radiaciones.

Las partes principales del contador son las siguientes:

Detector G-M (Ver el N° 1 de MUNDO ATOMICO, pág. 64).

Circuito de extinción.

Amplificador.

Multivibrador.

Divisor decimal.

Dispositivo de parada automática.

Sistema sonoro de señales.

Reloj de arranque y parada automáticas.

Control de funcionamiento.

Fuentes de tensión reguladas.

# Contador Decimal Automático

Por EUGENIO PIJZ

(Del Instituto de Radiaciones de San Miguel.)

**L**a avalancha electrónica que se produce en el detector G-M cada vez que una partícula ionizante lo atraviesa, tiene que ser extinguida o desaparecer lo más rápidamente posible, a efecto de que nuevamente el G-M esté en condiciones de detectar otra (ver MUNDO ATOMICO N° 1, pág. 64). Para conseguirlo, en el G-M, juntamente con el gas mono o diatómico que se ioniza (helio, neón, argón, kriptón, xenón, mercurio, nitrógeno, hidrógeno...), se introduce un gas o vapor poliatómico (éter, xileno, alcohol, acetona, cloroformo...) cuyo fin es el de extinguir la avalancha electrónica, obteniéndose así el G-M de autoextinción.

Para acelerar este proceso, o sea para disminuir el tiempo de recuperación del G-M, condición indispensable para captar el mayor número de partículas ionizantes en un tiempo determinado, se conecta el G-M a un pequeño circuito electrónico que, por la función que desempeña, se lo llama de extinción. Su esquema corresponde a la figura 1.

Para entender su funcionamiento consideremos, en primer término, la válvula V-E, la cual, en los momentos en los que el G-M no detecta, está conduciendo, ya que su grilla, unida por medio de la resistencia R-1 al cátodo, se halla a cero voltios con respecto a éste. Al conducir, su resistencia interna es muy reducida comparada con la resistencia de carga R-2, y la alta tensión del orden de los 1.200 voltios que se aplica a la placa apa-

rece prácticamente íntegra entre los extremos de la resistencia ya nombrada R-2. Como el

## CIRCUITO DE EXTINCIÓN

ánode del G-M está conectado directamente a la grilla sensible de V-E y por medio de la resistencia R-1 al cátodo de la válvula, se tiene que la alta tensión existente en R-2 es aplicada al G-M, quedando éste en condiciones para detectar alguna radiación. Al acontecer esto, el G-M se vuelve semiconductor, drenando corriente a través de R-1, lo que trae aparejado que la grilla de esta válvula se vuelva negativa con respecto al cátodo, aumente la resistencia interna de la válvula, disminuya la alta tensión existente entre cátodo y negativo, y por ende, la tensión aplicada al G-M, con lo cual se extingue la descarga.

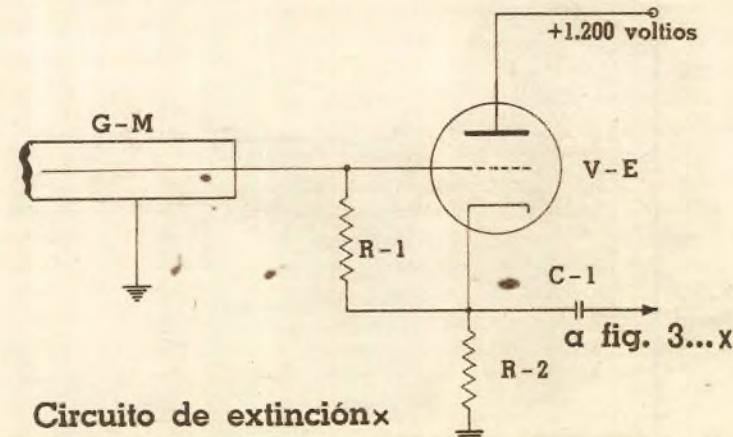
La duración de este proceso es del orden de los microsegundos y tiene por objeto, según ya se indicó, aumentar la velocidad de funcionamiento del G-M, ya que la duración del pulso con este circuito auxiliar es menor que si el G-M estuviera conectado directamente al amplificador, no debiéndose, además, depender mayormente del efecto extinguidor del gas poliatómico.

Este dispositivo debe usarse contiguo al G-M, con lo que se disminuye la constante de tiempo al hacerse menor la capacidad residual de las conexiones.

Otra ventaja es la del acoplamiento catódico al amplificador, lo que permite poder utilizar el G-M a una cierta distancia del divisor, sin temor a efectos capacitativos de absorción introducidos por el cable de conexión.

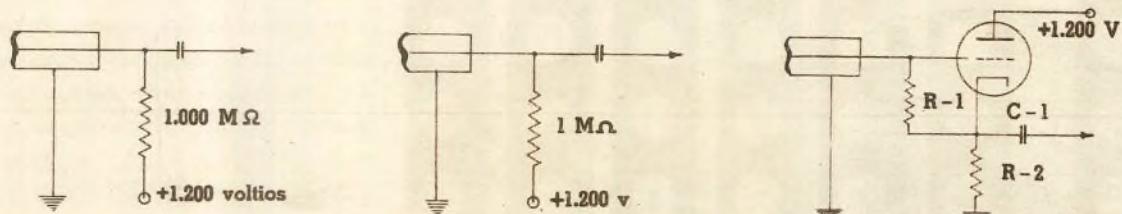
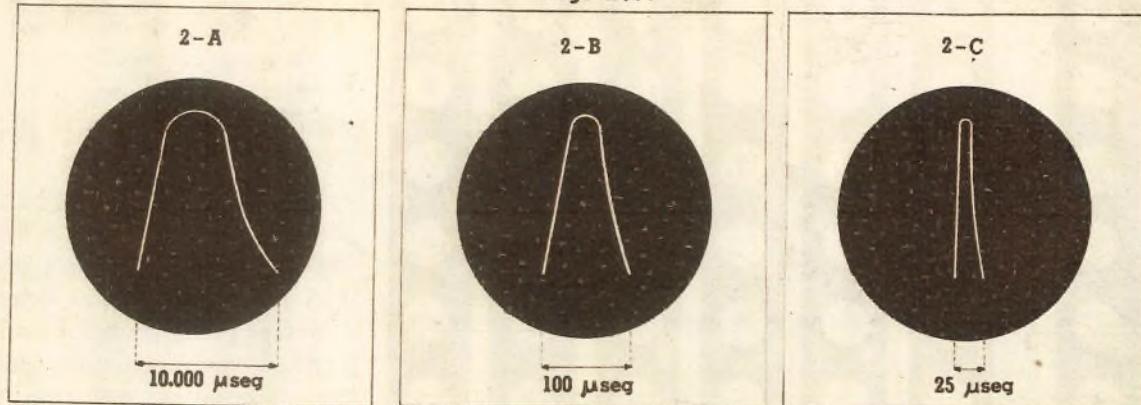
En la figura 2 se han representado la duración y formas de onda de las tensiones generadas por el G-M con extinción a resistencia externa (fig. 2-A),

Fig. 1x



Circuito de extinción

Fig. 2x



con extinción a gas poliatómico (fig. 2-B) y la producida gracias a este circuito (fig. 2-C).

Como se ve en la parte inferior de la figura 2-A, la resistencia de extinción externa es del orden de los 1.000 megohmios, y siendo el valor de la capacidad de unos 25 micromicrofaradios, los valores nos dan una constante de tiempo elevada, lo cual aumenta el tiempo de recuperación del circuito.

Los tres oscilogramas que comprenden la figura 2 están trazados teniendo como valor de las ordenadas, el de la tensión.

Del examen de los oscilogramas se deduce que hay una sensible ventaja en la utilización de este **circuito de extinción**, ya que el tiempo empleado por cada partícula es muy corto, lo cual permite trabajar con fuentes muy radiactivas que se caracterizan por una emisión muy elevada de partículas ionizantes por segundo.

#### AMPLIFICADOR

A continuación del circuito de extinción se conecta el **amplificador diferenciador** formado por las válvulas V-A-1 y

V-A-2 (Fig. 3). La señal proveniente del circuito catódico de la válvula extinguidora V-E (Fig. 1) es amplificada por la V-A-1, la cual, en su estado de reposo, tiene su grilla a un potencial de + 105 voltios, y como su cátodo está a la misma tensión, la tensión grilla-cátodo es nula, condición adecuada para la amplificación eficiente de los pulsos negativos provenientes de la etapa precedente.

Más adelante se describirá el efecto de interrupción automática de la amplificación que se produce en esta lámpara, al ser variada la tensión de su

grilla de + 105 voltios a + 50.

La señal amplificada por V-A-1 es llevada por la red de resistencias R-2, R-3 y el condensador C-1 a la válvula V-A-2, la cual trabaja al corte. Los elementos de la red nombrada son de valor reducido, lo que origina la "diferenciación" del pulso, esto es, una reducción de su duración hasta un valor de 1 a 3 microsegundos. Este estrechamiento del pulso tiene por objeto el funcionamiento eficiente del multivibrador, que es el circuito que se describe a continuación.

#### MULTIVIBRADOR

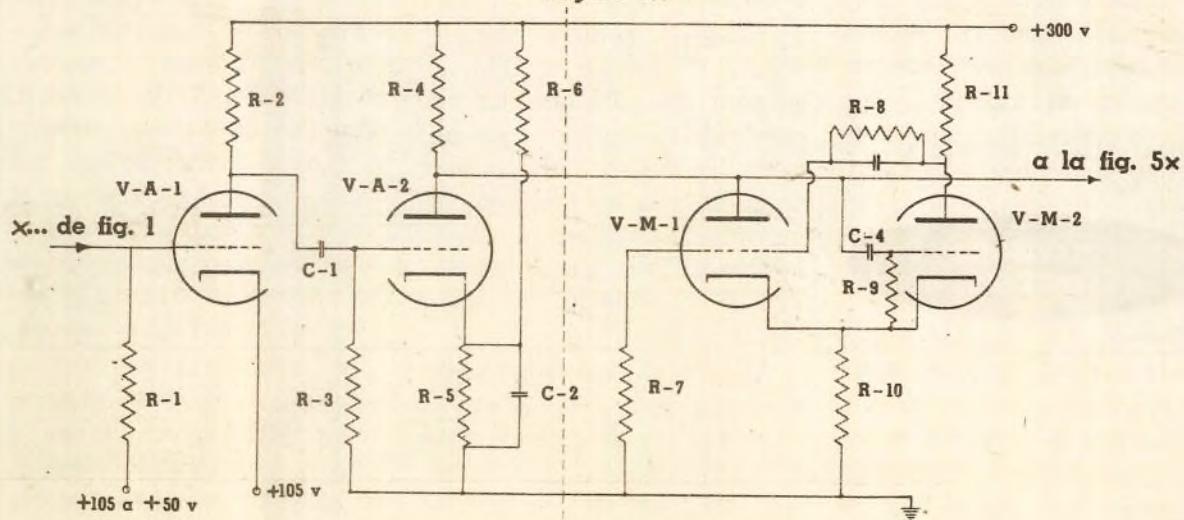
En la segunda parte de la figura 3 se ha diseñado el circuito del multivibrador que comprende el doble triodo V-M-1 y V-M-2, cuya finalidad es producir, a cada pulso incidente, una onda cuadrada de unos 10 microsegundos de duración.

El triodo V-M-2 es conductor por hallarse su grilla unida al cátodo por medio de la resistencia R-9; su corriente de placa es elevada, y existe, en consecuencia, una caída de tensión en R-10 y R-11.

Los cátodos de V-M-1 y V-M-2 se hallan conectados entre sí, y como la grilla de V-M-1 está a negativo a través de R-7, esta última válvula queda polarizada a - 70 voltios, que es la caída de tensión en R-10. Esto hace que V-M-1 esté muy por sobre el corte. Por otra parte, su grilla está unida a la placa de V-M-2 (donde hay + 150 voltios) por medio de R-8, recibiendo aquella una tensión positiva de + 50 voltios. Sacando la diferencia de las tensiones aplicadas a la grilla de V-M-1, se ve que es de - 20 voltios, con lo que se halla exactamente al corte.

Así las cosas, supongamos que el G-M haya detectado una partícula: la señal producida, después de ser amplificada, aparece con signo nega-

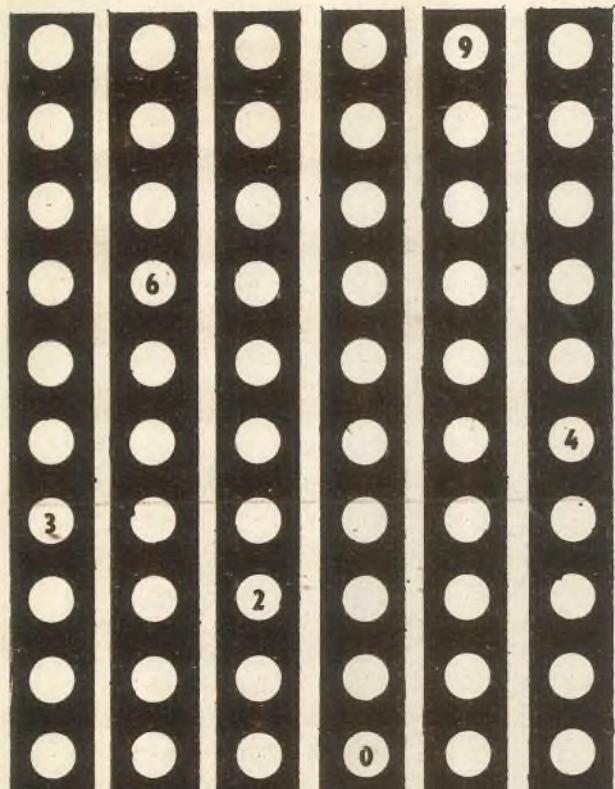
Figura 3x



Amplificador-discriminador

Multivibrator

**Fig. 4-Ax**



362.094

tivo en la placa de V-A-2 y es aplicada a la grilla de V-M-2 a través del condensador C-4. Esta señal negativa hace disminuir la corriente de placa de ésta.

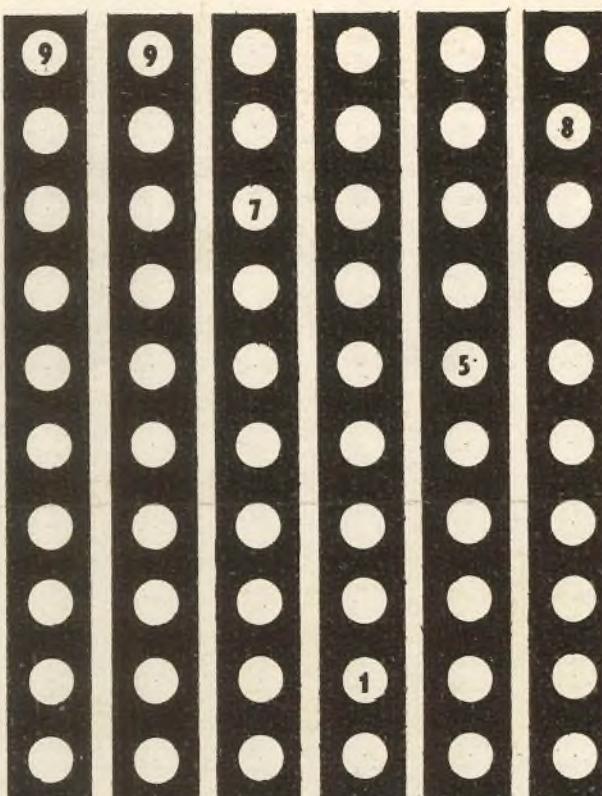
Esto origina dos hechos: primero, que la tensión cátodo-negativo, en R-10, sea menor, disminuyendo así la parte negativa de polarización de V-M-1; segundo, que la tensión placa-negativo de V-M-2 aumente, y como esta tensión es aplicada, por medio del divisor R-7 y R-8, a la grilla de V-M-1, la parte positiva de polarización es incrementada. Estos dos factores contribuyen a que V-M-1 conduzca, generándose en su circuito de placa una señal negativa, que es inyectada, por medio de C-4, a la grilla de V-M-2.

Este proceso, continuo y acumulativo, cesa cuando V-M-2 llega al corte y V-M-1 conduce. Para volver al estado inicial, es menester que el condensador C-4 se descargue a través de R-4, R-9 y R-10, demandándose en el ciclo completo un intervalo muy corto, de unos

#### DIVISOR DECIMAL

Este divisor decimal tiene por objeto almacenar las señales producidas por el multivibrador que lo antecede, o sea que indirectamente acumula en forma sucesiva los pulsos generados por el G-M al detectar

**Fig. 4-Bx**



997.158x

10 microsegundos, lo cual está dado por las constantes resis-tivas y capacitativas del cir-cuito.

Así, este multivibrador de un impulso generará una onda cuadrada de duración y altu-ra preestablecidas, por cada partícula detectada por el G-M, condición necesaria para el co-recto funcionamiento de la siguiente etapa del contador.

En nuestro caso utilizamos las ondas cuadradas de signo negativo provenientes de la placa de la V-M-1.

Conviene aclarar que tanto la duración como la amplitud de las mismas son indepen-dientes de la calidad de las señales producidas por los di-ferentes G-M que pudieran usarse.

las partículas ionizantes, y los muestra al observador en for-ma de número iluminados por lamparitas de neón, las cuales reciben corriente de acuerdo al número de partículas detecta-das.

Esta etapa consta de una ca-denita de seis divisores por diez, o sea que pueden almacenarse, en una operación, un millón de impulsos.

Cada divisor por diez tiene asociadas diez lamparitas de neón, las cuales iluminan una serie de números que van del 0 al 9.

Como se ha dicho anterior-mente, al detectar el G-M, la primera partícula (en una ob-servación cualquiera) hace ge-neón, las cuales iluminan una señal, la cual, por medio de un circuito adecuado, apaga la lamparita neón que iluminaba el 0 y enciende la correspon-diente al número 1.

Al detectar la segunda par-tícula, se apaga el 1 y se en-ciende el 2, y así sucesivamen-te hasta la décima, que encien-de nuevamente el 0 de esta se-rie de las unidades, apaga la

lamparita que indica 0 de las decenas y enciende el 1 de la misma serie.

Este proceso de acumulación de signos producidos por el G-M al detectar puede continua-rese hasta totalizar la suma de 999.999 partículas.

La figura 4 nos indica la disposición de las lamparitas de neón para la lectura decimal y dos ejemplos de lectura. Como se puede apreciar, se dis-pone de seis columnas de a diez lamparitas cada una. La primera columna de la derecha indica las unidades; la se-gunda, las decenas; la terce-ra, las centenas; la cuarta, uni-dades de mil; la quinta, dece-nas de mil, y la sexta, cente-nas de mil. Cada columna com-iienza en la parte inferior con el cero y continúa hasta el 9. Para hacer la lectura final bas-ta leer los números encendidos por las lamparitas de neón; así, en el primer caso se tiene que el G-M detectó 362.094 partículas, y en el segundo, 997.158.

Con este sistema se tiene la gran ventaja de que se elimi-na las sumas parciales y la multiplicación por un factor, conforme lo exige el empleo de los divisores binarios.

Una vez explicado el funcio-namiento general de esta eta-pa, se describe someramente el divisor por diez (Fig. 5).

Cada divisor está formado por un anillo de cinco divisores, elementales biestables, segui-do por un divisor similar o bi-nario. (El funcionamiento de los divisores binarios fué descripto en MUNDO ATOMICO N° 3, pág. 64.) En primer término veamos el funcionamiento del anillo de cinco. Y comencemos por señalar dos puntos im-portantes del mismo: el método de polarización catódica y el sis-tema de inyección de señales.

De un examen del circuito, resulta que todos los cátodos de los triodos marcados con la letra A están unidos entre sí, sucediendo lo mismo con los cátodos de las válvulas B.

La resistencia catódica R-5 debe un valor tal, que con un solo triodo A conductor produzca la tensión de polarización adecuada. En cuanto a R-6, su valor es de  $\frac{1}{4}$  del de R-5, dando la misma tensión de polarización con cuatro triodos B conductores.

Como se desprende de lo dicho, si suponemos que el triodo V-1-A esté conduciendo, V-2-A, V-3-A, V-4-A y V-5-A no lo harán, y en consecuencia conducirán los triodos V-2-B, V-3-B, V-4-B y V-5-B.

Si inyectamos ahora una señal negativa, proveniente del multivibrador, a la primera etapa y de ésta a la segunda, y así sucesivamente, en la conexión de entrada, esta señal pasará a través de los condensadores C-3 a las placas B, y de allí, por medio de los condensadores C-2, a las grillas A, afectando solamente a aquella que está a potencial positivo con respecto al cátodo, en este ejemplo la grilla de V-1-A, motivando que el binario V-1 pase al otro estado estable con V-1-A al corte y V-1-B conduciendo. Al suceder esto, se genera en la placa de V-1-B un pulso negativo, el cual, sumado al proveniente de C-3, obliga al par V-2 a pasar al otro estado, en que V-2-A conduce y V-2-B está al corte. Los pulsos aplicados a las placas conductoras son cortocircuitados por éstas,

no afectando a los pares correspondientes.

Recapitulando; un pulso negativo en la entrada origina que el estado de conducción en V-1-A pase a V-2-A. Una sucesión de cuatro pulsos hace que finalmente V-5-A conduzca y al quinto pulso vuelva a conducir V-1-A.

En la figura 6 pueden verse en forma esquemática los cinco estados de equilibrio que puede tomar el anillo (Fig. 6).

Al quinto pulso el anillo vuelve, como se ha dicho, a su estado inicial de cero, produciéndose en el circuito de placa de V-5-B un pulso negativo, el cual invierte el estado del divisor binario V-6 que sigue al anillo. Al repetirse otro ciclo de cinco pulsos, el anillo vuelve nuevamente a su estado inicial de cero, generando otro pulso negativo V-5-B, el cual, como anteriormente, excita al divisor binario, que vuelve a su estado anterior, dando entonces V-6-B un pulso negativo por cada diez pulsos inyectados al anillo de cinco.

La salida del divisor binario se acopla a la entrada del divisor decimal siguiente, y así sucesivamente (Fig. 5).

Antes de comenzar una observación, debe abrirse momentáneamente la llave Ll-1, efectuándose con esto la puesta a cero de todos los divisores. Examinando el circuito de la

figura 5, se comprueba la conexión de sendas resistencias a las placas de los triodos A, a las cuales están conectadas dos series de cinco lamparitas de neón cada una. Cada serie está conectada a una derivación en cada resistencia de placa del divisor binario, obteniéndose con esto la ignición consecutiva de las 10 lamparitas.

En el estado inicial de cero, de los triodos A sólo el V-1-A conduce, siendo su tensión de placa  $+200$  voltios. En este mismo estado se halla el triodo V-6-B, existiendo en la derivación de su circuito de placa  $+250$  voltios, mientras que V-6-A, que no conduce, tiene  $+300$  voltios.

Así, entre los extremos de la lamparita marcada O hay una diferencia de potencial de 100 voltios (entre V-1-A, que está a 200 voltios, y V-6-A, a 300 voltios (de 250 voltios a 200 ó a cienda, mientras que en las demás lamparitas sólo hay 50 voltios (de 250 voltios a 200 o a 300 voltios), tensión que es insuficiente para la ignición de las lamparitas de neón.

Volviendo a lo dicho anteriormente, al recibir un pulso, dejará de conducir V-1-A, haciéndolo ahora V-2-A, con lo cual hay 100 voltios de diferencia para la lamparita marcada 1, y así sucede hasta el quinto, en que se invierte el estado de

V-6, conduciendo ahora V-6-A, y por lo tanto se enciende la lámpara número 5.

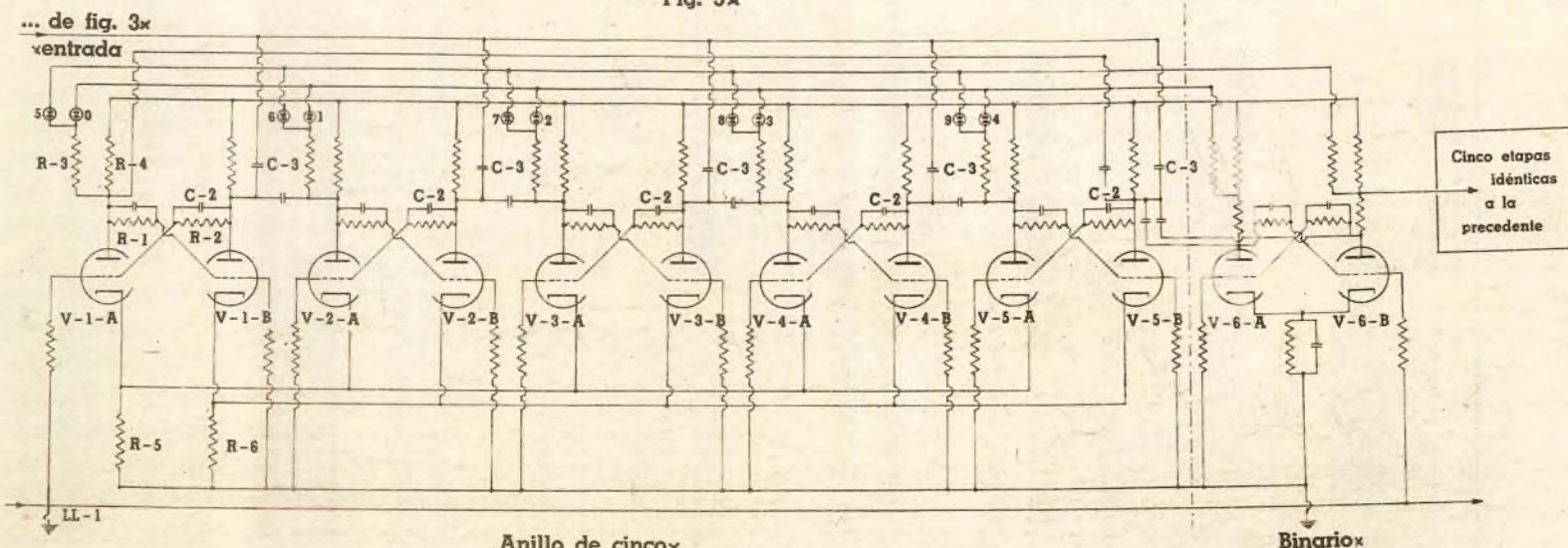
### DISPOSITIVO DE PARADA AUTOMÁTICA

Esta etapa tiene por objeto la interrupción automática del arribo de las señales al divisor cuando éste ha detectado ya la cantidad de partículas prefijada por el experimentador. Gracias al presente dispositivo, éste puede desatenderse casi completamente del equipo cuando está efectuando una medición, lo que le permite el poder dedicarse a otros trabajos en el laboratorio, ya que el mismo equipo le avisa, al llegar al final de la operación, emitiendo una señal auditiva. El trabajo del observador se reduce entonces a anotar, leyendo un reloj de arranque y parada automáticos, el tiempo empleado en el experimento.

Para la selección del número hasta el cual se desea llegar se utiliza una llave rotativa de nueve posiciones y de cinco secciones, cada una de las cuales está conectada al divisor por cinco correspondientes.

Por medio del accionamiento de otra llave rotativa de cinco posiciones, puede seleccionarse desde decenas hasta centenas de mil. En la figu-

Fig. 5x



ra 7 se presenta un diagrama muy simplificado del sistema de conexiones de las llaves, mostrando con algún detalle la parte correspondiente a las decenas.

El funcionamiento de esta etapa se efectúa en la siguiente forma: al pasar una de las válvulas A del anillo (Fig. 7) al estado de conducción, se genera en su circuito de placa un pulso negativo que indica el registro de una señal que puede ser, por ejemplo, para V-3-A el pulso segundo o séptimo, y para V-5-A, el cuarto o noveno. Para eliminar esta ambigüedad se utiliza el divisor binario V-6 (Fig. 3), en el cual, como se ha dicho, la sección A está al corte para los pulsos 0, 1, 2, 3 y 4, haciéndolo la sección B para los pulsos 5, 6, 7, 8 y 9. A tal

efecto, las señales provenientes del anillo, una vez seleccionadas por medio de la llave de 10 posiciones Ll-2, se envían al triodo de acoplamiento catódico V-C-1, recibiendose en el triodo V-C-2 la señal de polarización proveniente del divisor binario correspondiente, siendo esta señal seleccionada por Ll-3.

Estando la llave Ll-2 en la cuarta posición y la Ll-3 en la primera que corresponde a las decenas (figura 7), al hacerse conductora V-5-A, su tensión de placa disminuye de + 300 voltios a + 200. Este cambio de tensión es aplicado a la grilla de V-C-1, produciéndose entre cátodo y tierra una variación de tensión de + 280 voltios a + 190.

En cuanto a la llave Ll-3, que está en la primera posi-

ción, correspondiente a las decenas, conecta la placa A del divisor binario de esta sección con la grilla sensible de V-C-2. Así, cuando se llega al pulso cuadragésimo, la señal generada en el cátodo de V-C-1 aparece en la placa de V-C-2.

Si se hubiera colocado la llave Ll-3 en la tercera posición, se tendría un pulso en V-C-2 al recibirse la partícula cuatro mil. El pulso de la placa V-C-2 es enviado, vía C-1, al multivibrador biestable, el cual desempeña la función de regular la tensión de polarización de control para la lámpara V-A-1 (figura 3).

Esta tensión de control (figura 7), que varía entre + 105 y + 50, es tomada de una derivación en la resistencia placa-grilla R-6. Cuando la sec-

ción V-C-4 está al corte, su tensión de placa es de 300 voltios, y en la derivación de R-6 hay + 105 voltios, los que aplicados a V-A-1 hacen que ésta deje pasar las señales del tubo G-M al resto del divisor; en caso contrario, o sea cuando V-C-4 conduce, su tensión de placa es de 200 voltios, y en la derivación de R-6 hay sólo + 50 voltios, que aplicados a V-A-1 hacen que ésta, con una tensión real grilla — cátodo de — 55 voltios, esté muy por sobre el corte, impidiendo el pasaje de las señales al divisor.

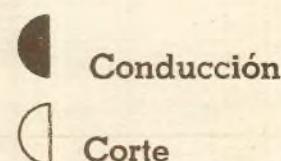
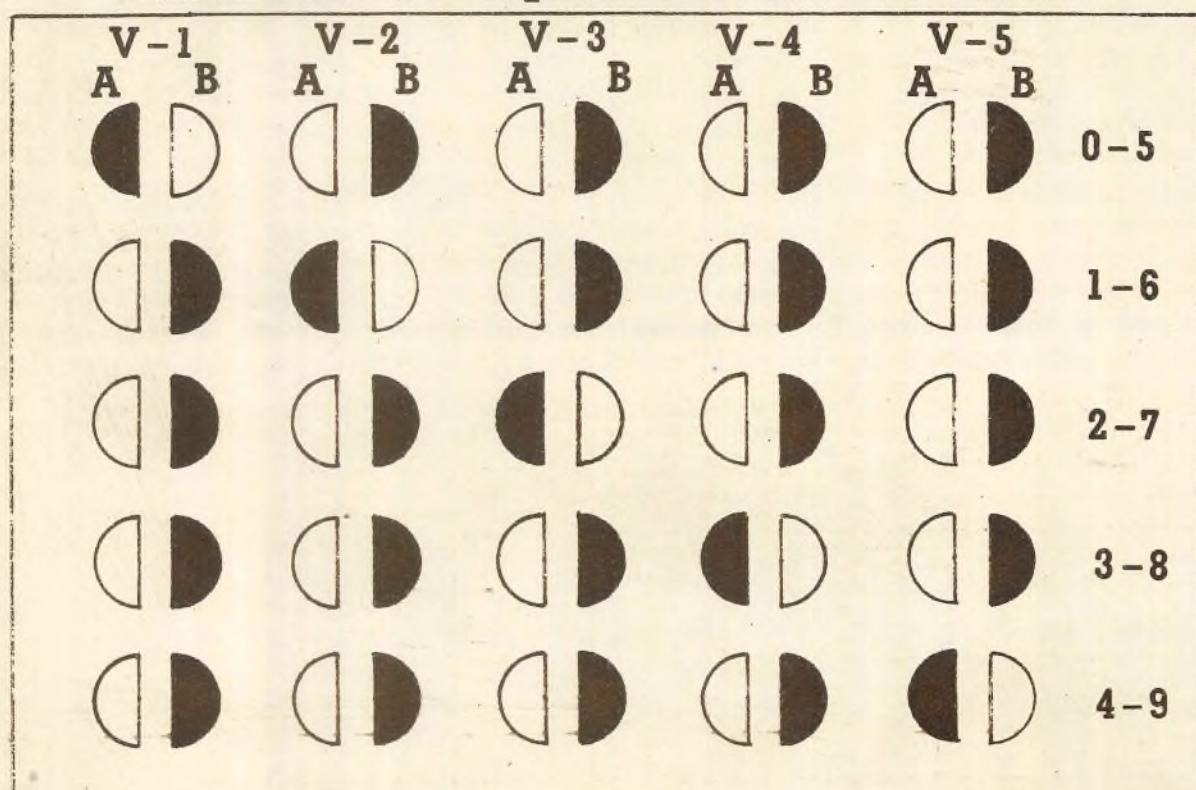
De esta manera, una vez seleccionado el número de pulsos que se desean contar, e indicando las lamparitas el 0, se oprime momentáneamente la llave a pulsador Ll-5, lo que hace que V-C-4 se ponga al corte, y por consiguiente que el sistema amplificador comience a funcionar. Al recibirse el número de partículas preestablecido, el sistema mezclador V-C-1 y V-C-2 (figura 7) produce una señal negativa, que hace invertir el estado de V-C-4, deteniéndose así la marcha del aparato.

Cuando se desea operar el equipo manualmente, se giran las llaves de selección Ll-2 y Ll-3 a su posición extrema derecha y se actúa, como antes, la llave de arranque Ll-5, deteniéndose la marcha del aparato al oprimir la llave de parada Ll-4.

Para el control del intervalo empleado en una observación cualquiera se utiliza un reloj alimentado por la línea de corriente alterna, el cual, antes de comenzar una observación, se pone a cero por medio de un dispositivo mecánico adecuado.

Al momento de iniciarse la observación con el contador, el reloj se pone automáticamente en movimiento, deteniéndose ya sea al llegar al número de pulsos predeterminado o al bloquearse la señal, por medio del botón de para-

## Estados de equilibrio de un anillo



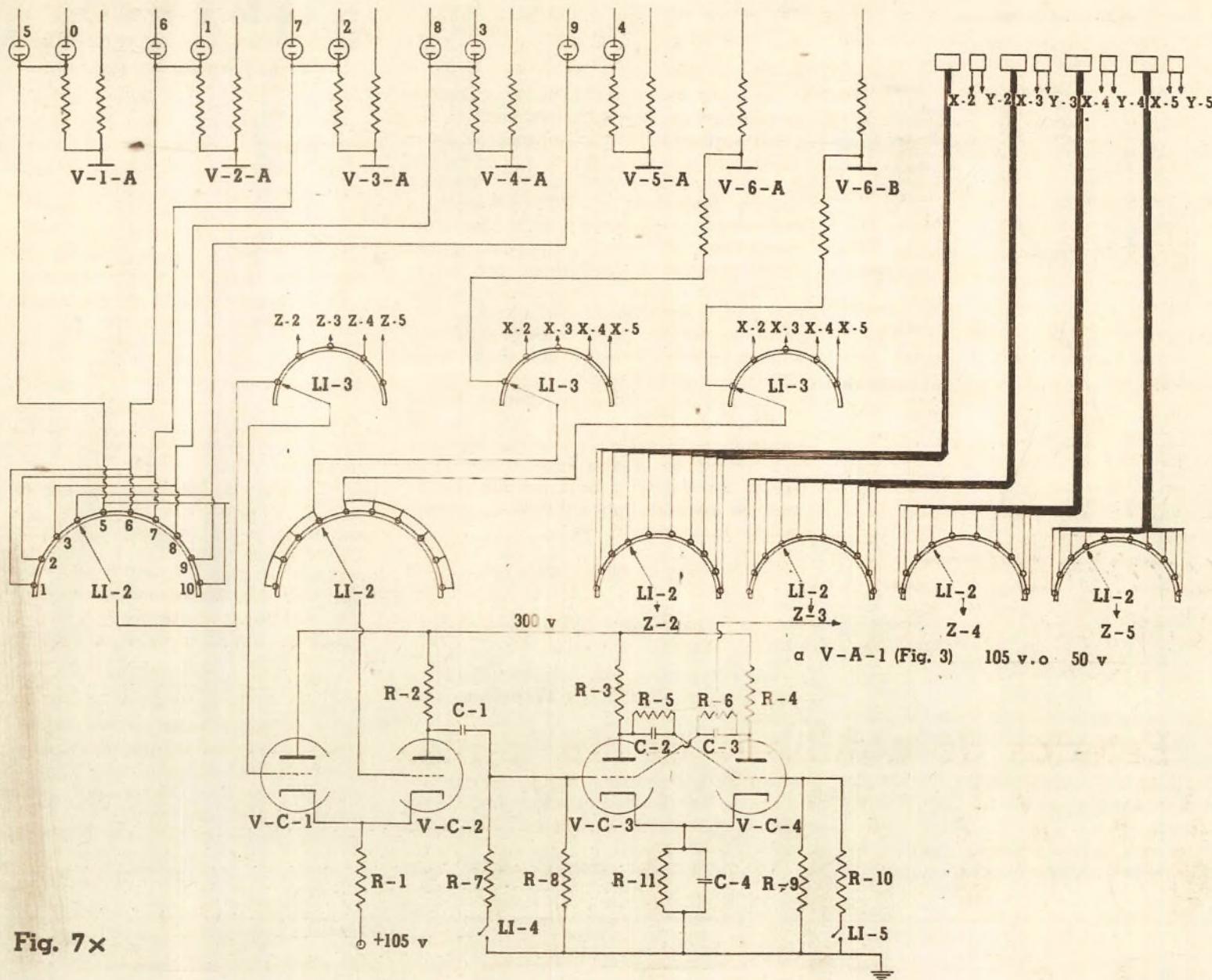


Fig. 7x

da LI-4. El accionamiento del reloj se efectúa con un embriague mecánico accionado por un sistema electromagnético intercalado en el circuito de placa de una pentodo cuyo cátodo se halla a + 105 voltios, en tanto que su grilla está conectada a la derivación de R-6. Las variaciones de tensión que se manifiestan en esta resistencia son las que controlan el reloj simultáneamente con la V-A-1.

De una derivación similar sobre la resistencia R-5 se toma la tensión de control para una válvula amplificadora, en cuyo circuito de grilla se inyecta una pequeña tensión de

la línea de corriente alterna, estando intercalado, en su circuito de placa, un altoparlante, el cual produce una señal

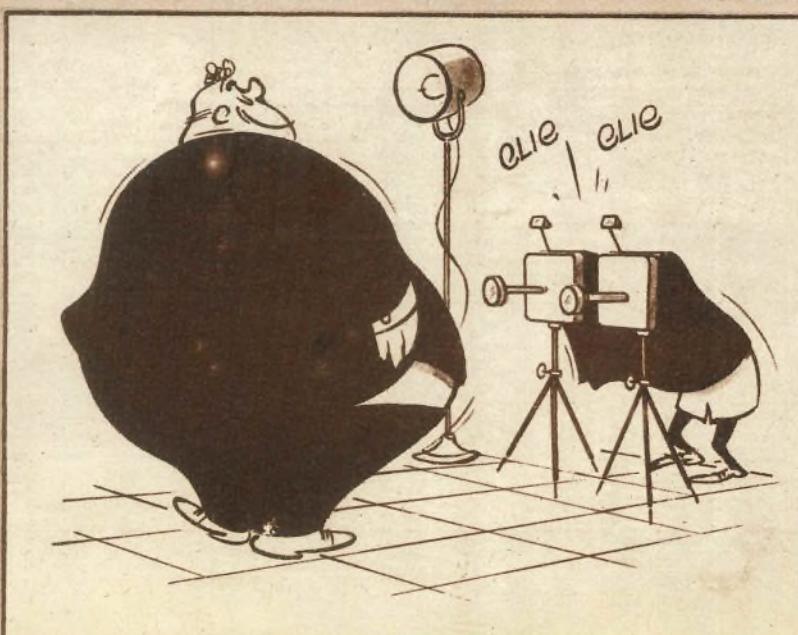
auditiva al término de la observación automática.

Por medio de un multivibrator accionado también por los

50 ciclos de la red de canalización, se dispone de una señal de control que, conectada por medio de una llave al circuito de grilla de V-A-1, nos da a conocer la bondad del funcionamiento del sistema decimal.

Las fuentes de tensión reguladas para este equipo son similares a las descriptas en los números 2 y 3 de MUNDO ATOMICO.

Para terminar, agradezco a los señores Aníbal Araya y Horacio Belussi, del departamento de electrónica, por el cuidadoso diseño y armado del presente contador decimal automático.



# M E T R O

(Continuación de la página 23)

estos prototipos es conocida con una incertidumbre probable media de  $0\mu,1$  a  $0\mu,2$ , en condiciones habituales de trabajo, esto es hasta 20 o 25° de temperatura.

Para ponerse a salvo de una posible pérdida del prototipo internacional, se expresó su longitud en longitudes de onda de la raya roja del cadmio, que de acuerdo con prolíficas investigaciones efectuadas por **Michelson** en 1893 aparecía como la más conveniente a tal fin. Segúise así la idea de **Fizeau** de que "Un rayo de luz, con sus ondulaciones de una tenedad extrema pero perfectamente regulares, puede ser considerado como un micrómetro natural de la más grande perfección, particularmente apropiado para determinar longitudes".

Estudios efectuados por **Benoit, Fabry y Perot** en 1906, condujeron a que la longitud de la onda de la radiación roja del cadmio en el aire seco, a 15° de la escala normal (4) y bajo presión de 760 mm<sup>2</sup> de mercurio, en condiciones normales de la gravedad, es

$$\lambda_R = 0\mu,64384703,$$

de donde

$$1 \text{ metro} = 1\ 553\ 163,7\lambda_R$$

Si se compara esta longitud de onda con la determinada por **Michelson** años antes,

$$\lambda_R = 0\mu,64384691,$$

reducida naturalmente a las mismas condiciones de la determinación precedente, se tendrá idea de la seguridad de estas determinaciones.

La longitud del prototipo internacional

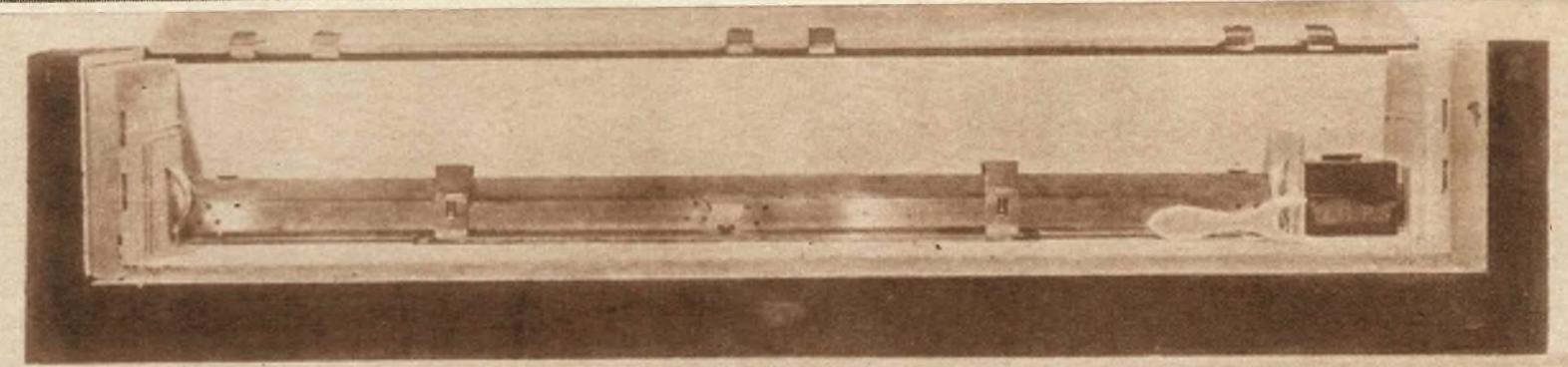
del metro en función de la longitud de onda de la raya roja del cadmio, permite establecer en cualquier momento el metro con una precisión de  $1,10^{-7}$ , que es precisamente el límite máximo de precisión con que puede ser definido el metro de acuerdo a mediciones en el comparador, de acuerdo con la precisión de los contrastes determinada por **Benoit**.

Dedúcese en consecuencia que la longitud de onda de una dada radiación luminescente constituye un testimonio natural de la invariabilidad del metro de extraordinaria bondad.

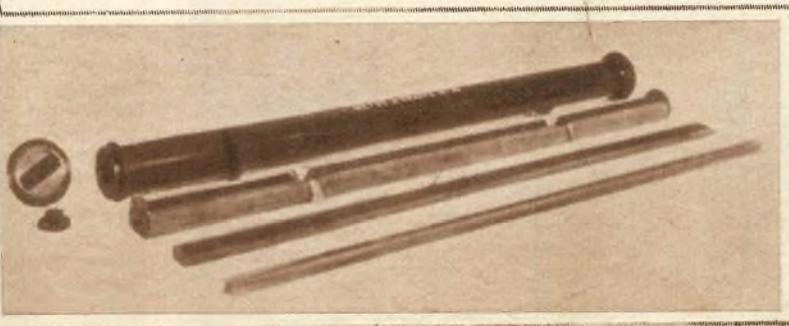
Por otra parte, a pesar de que en definitiva había sido adoptado para los prototipos el platino al 10 % de iridio, la predilección de los miembros de la Comisión Internacional del Metro por las substancias cristalizadas, dice **Pérard**, se reveló en la resolución aprobada de establecer lo más pronto posible testigos de la unidad de longitud en cuarzo o berilo; testigos que debían constituir patrones entre trazos, al igual que los de platino iridiado.

Si bien las dificultades que presentaba el grabado de finos trazos sobre el cuarzo y el berilo hicieron pensar durante algún tiempo en la imposibilidad de utilizar tales substancias para la construcción de prototipos, los procedimientos interferenciales han hecho realizable esta idea, permitiendo alcanzar la misma pre-

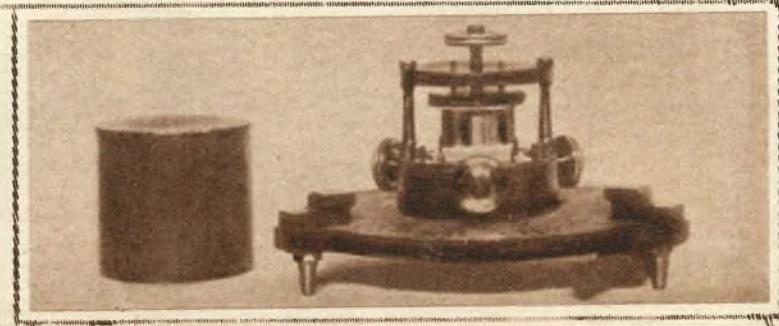
(Continúa en la pág. 77)



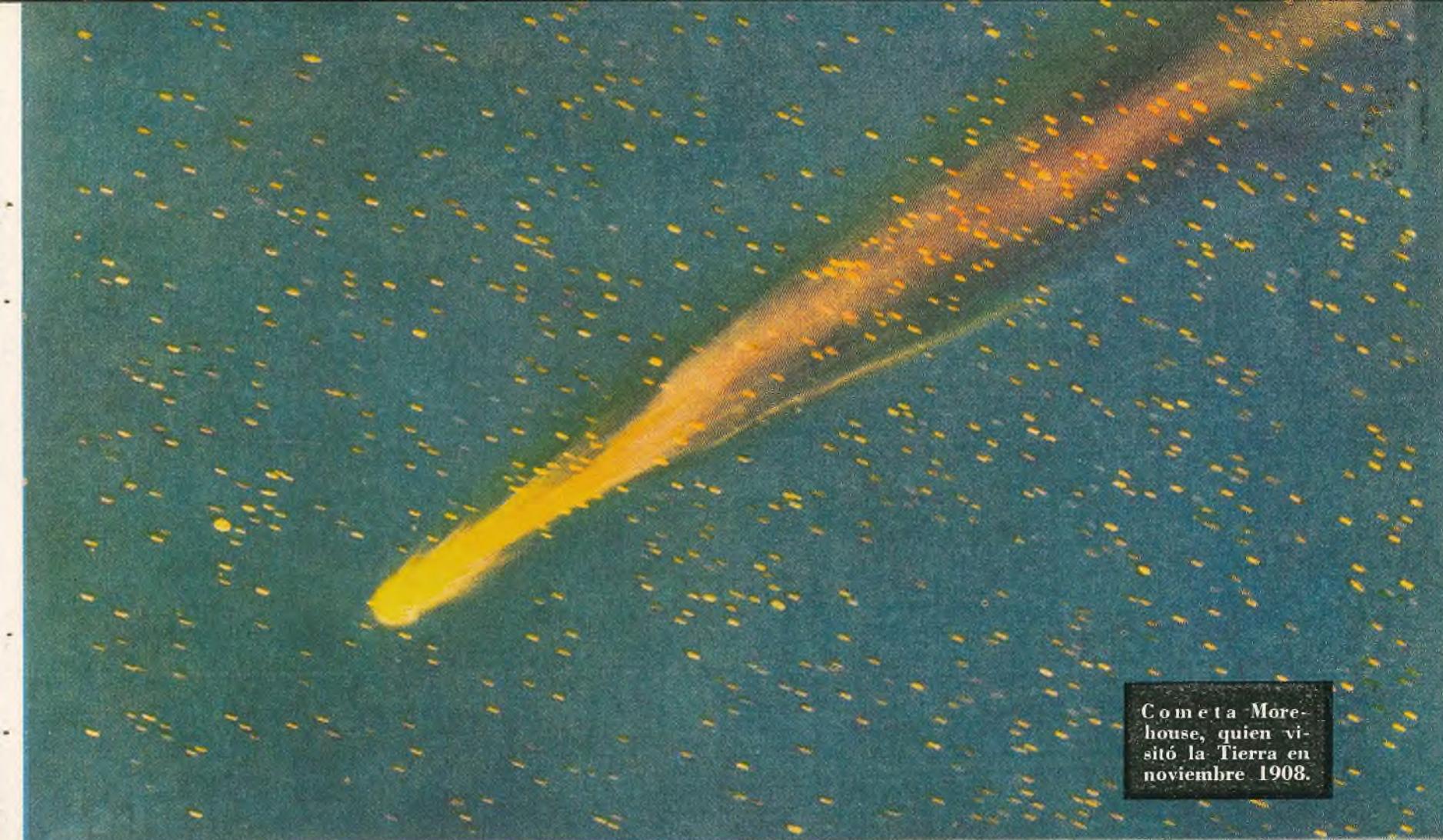
La yarda y la libra imperial inglesa.



Copia británica del metro internacional de platino e iridium, cuyo original está en París.



Una de las copias del kilogramo internacional, que también se encuentra en París.



Cometa Morehouse, quien visitó la Tierra en noviembre 1908.

## Aristóteles

(384-322 a. C.)

"**E**XPLIQUEMOS la naturaleza de los cometas... después de una discusión de los puntos de vista de otros. Anaxágoras y Demócrito dicen que los cometas resultan del choque de los planetas... Algunos de los itálicos, llamados pitagóricos, dicen que el cometa no es sino alguno de los planetas que aparece de cuando en cuando y que sólo se eleva muy poco sobre el horizonte. Se comportaría como Mercurio, que aparece sólo poco elevado sobre el horizonte y al que con frecuencia no es posible ver y que, por consiguiente, aparece a largos intervalos. Un modo de ver parecido también es el de Hipócrates de Chio y de su discípulo Esquilo. Solamente que ellos dicen que la cabellera no pertenece al cometa mismo, sino que es algo que ocasionalmente se produce cuando al atra-

vesor el astro ciertas regiones es generada por la refracción que en nuestra vista producirían los rayos del Sol al gravitar sobre el humor que en su trayectoria él iría atrayendo a sí..."

"Pero estos puntos de vista son imposibles... En primer lugar, aquellos que dicen que el cometa es uno de los planetas se equivocan, porque todos los planetas aparecen en el círculo del zodíaco, mientras muchos cometas han sido vistos fuera de dicho círculo. Más aún, a veces

Hipócrates, este planeta debería alguna vez verselo sin ella, y el caso es que siempre aparecen teniéndola. Pero el hecho es que ningún planeta ha sido observado fuera de los cinco. Y todos han sido con frecuencia vistos simultáneamente sobre el horizonte. Por otro lado, los cometas aparecen frecuentemente tanto cuando todos los planetas son visibles como cuando algunos se hallan oscurecidos por la proximidad del Sol... (Meteor., I, 6.)

"Nosotros suponemos una atmósfera

## Tres Etapas EN LA ASTRONOMIA COMETARIA

Presentamos a nuestros lectores de MUNDO ATOMICO tres páginas originales y poco conocidas, que abarcan dos milenios, de uno de los capítulos más apasionantes de la astronomía, cual es el de los COMETAS.

ARISTOTELES (s. IV a.C.), BEDA (s. VIII d. C.) y LOSSADA (s. XVII) son los autores elegidos a fin de que nos impongan ellos mismos de la lenta evolución científica que sufrió el sentir de los sabios sobre estos enigmáticos bólidos del espacio, hasta que se cumplió en parte la profecía de Séneca de la que hacemos mención al final.

han aparecido simultáneamente más de un cometa. Además, si la cabellera es debida a la reflexión como dicen Esquilo e

árida y cálida que rodea la parte exterior del mundo terrestre y que está animada de movimiento circular. Ella y una gran



**Cometa Halley. Debe reaparecer en 1985. Desde 240 años antes de nuestra era que nos viene visitando periódicamente cada setenta y cinco años.**

parte del aire, incluido en su seno, giran alrededor de la Tierra por el movimiento de la revolución circular. En el transcurso de este movimiento frecuentemente la atmósfera, que por suerte creemos siempre bien templada, se enciende, y ésta consideramos ser la causa de la aparición de las estrellas fugaces. Cuando, empero, por el movimiento circular de los cuerpos

superiores es provocado en su denso medio un principio de fuego, que ni sea tan vehemente que dure demasiado y continuadamente, ni tan débil que inmediatamente se extinga, sino fuerte, durable y al mismo tiempo capaz de volatilizar en dicho lugar el vapor bien templado apto para la ignición, entonces este objeto celeste toma una forma erizada, cualquiera

sea la figura que adquiera el vapor incandescente. Y así, si la forma que presentan es redonda, se los llama cometas (esto es, una estrella de abundante cabelllo); si, empero, oblonga, se los denomina pogonias (como si dijéramos barbudos, de cuya parte inferior a modo de luengas barbas cuelga una melena)...” (*Meteor.*, I, 7.)

# Beda

(672-735)

**L**OS cometas son estrellas erizadas de llamas que aparecen repentinamente y presagian cambio de reinos, o pestilencias, o guerras, o vientos, o tempestades. De los cuales unos se mueven al modo de los astros errantes; otros, empero, permanecen inmóviles. Casi todos aparecen debajo el septentrón, de alguna región desconocida, pero principalmente de la que recibe el nombre de círculo lácteo. Su tiempo más breve de duración es de siete días; el más largo, de ochenta. También aparecen por otra parte estrellas con estelas luminosas, pero los cometas nunca se dejan ver por el lado del ocaso.”

Dignas de mencionarse son dos glosas antiguas a este capítulo que refirman la concepción cometaria de Aristóteles:

“a) Los físicos opinan que los cometas se originan por el fortuito y repentino incendio del aire de la alta atmósfera que se encuentra en los confines del éter; pues dicho aire, debido al movimiento del cielo superior, se encuentra efervescente; otros creen que son estrellas permanentes del cielo, que no se dejan ver sino en el corto espacio de tiempo que los abandona el Sol, como acontece con Mercurio y Venus.”

“b) Es importante anotar aquí que existen muchas clases (de cometas) cuya discriminación atiende a la figura y a la magnitud. Se habla de “cometa” en general, y a veces en especial, como en Aristóteles, del de forma redonda, cuya cabe-

llera se esparce por doquier. Otros se llaman pogonias, los cuales tienen en la parte inferior una cabellera en forma de barba prominente, pues *pogon* en griego significa “barba”. Otros, *akontíai*, que se parecen a una saeta de forma grácil y alargada, y viene del griego *akontion*, que significa saeta o flecha sin el asta. Otros son más pequeños y a modo de espada de afilada punta; a estos cometas los griegos llaman *xifíos*, pues *xiphos* significa espada. Estos son muy pálidos y tienen cierto resplandor de espada sin rayos. Hay también los *diskeas*, como los llaman los griegos, de color plateado, y vienen de disco, como se sabe; y unos se llaman *píthetes*, por su forma de tinaja; *pízios* significa tinaja; en éstos aparece cierta cavidad porque el borde extremo blanco se desvanece en una luz fumosa. Los hay cuya cabellera vuelve sobre sí en forma de cuerno; a éstos llaman los griegos *keratras*, de *keras*, cuerno. Hay también los que reciben el nombre y la forma de algún animal, como *hippeo*, de caballo; tal cosa significa *ippos* en griego; éste tiene crines equinas vueltas sobre sí en forma de círculo. Otros se llaman *hircos*, rodeados de un vello o crin. Plinio nos habla de cometas con cabellera plateada, de tal manera lúcida, que apenas si se los puede observar, los que ostentan en sí, a modo de especie humana, la imagen de Dios.” (*Beda, De natura rerum*, C. XXIV, *De Cometis*; *Glosas ib.*; *Migne*, o. c., 90, c. 243-4.)



# Lossada

(1681-1748)

**P**OR cometa se entiende un cuerpo lúcido de forma redonda, que aparece repentinamente en las alturas y luego desaparece, que se presenta con poca frecuencia, y sin una ley aun conocida, y que dura como mínimo algunos días, a veces muchos meses, hasta un año íntegro y más... Que se den cometas en las

regiones supralunares es hoy sentencia común de los astrónomos. En cuanto a la materia constitutiva de los mismos, hay gran variedad de opiniones. Algunos creen que pertenecen al género de los planetas, no menos antiguos y permanentes que los planetas mismos, aunque no se vean sino raramente, ya porque lo di-

ficulten los rayos solares, ya por la gran distancia que los separa de la Tierra. Muchos afirman que se forman en base a materia celeste, cuya condensación refleja la luz, o de vapores que el Sol hace emanar de los planetas y que al disiparse hacen que desaparezcan los cometas... Muchos meteóricos niegan que se den co-



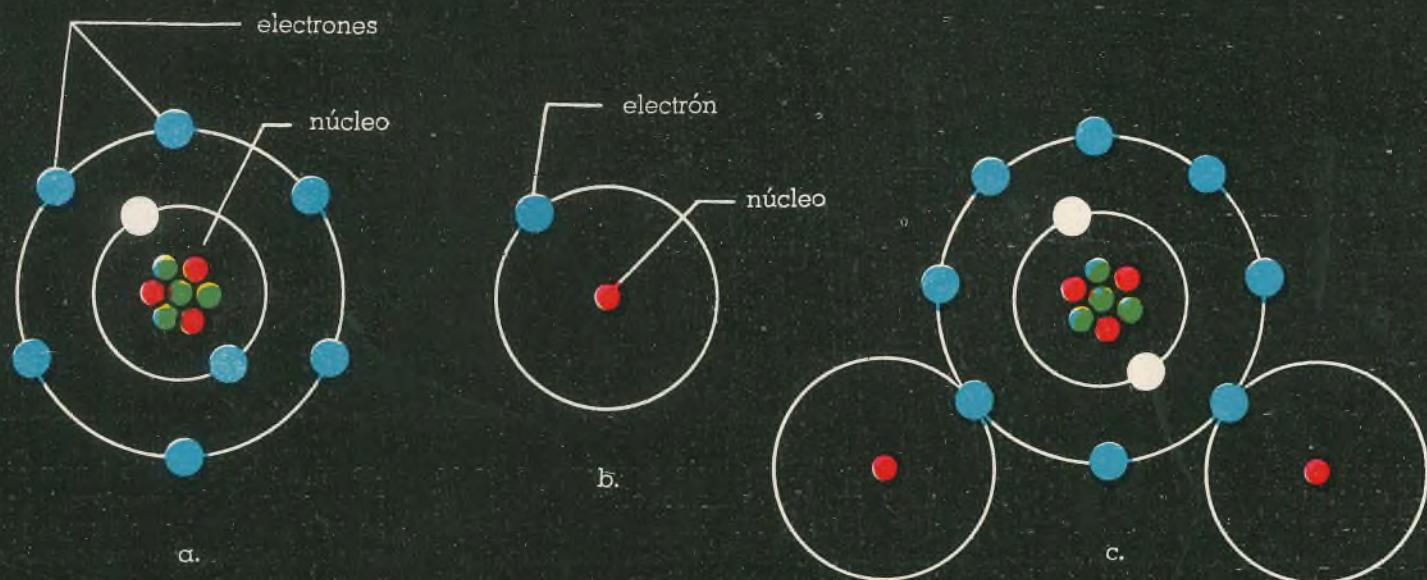
Cometa Daniel, 1907

metas sublunares propiamente tales. Pero el sentir común de los filósofos y en gran parte de los astrónomos es que en la suprema región del aire se forman de los humores que suben y se nuclean en gran cantidad. Las observaciones favorecen el aserto..., pues alguna vez se dice que el cometa obscureció la Luna... El que estén constituidos de vapores densos favorece la tenacidad del fuego y que dure largo tiempo. Se encienden estos vapores o por los rayos solares o por algún rayo desprendido de alguna nube superior. Por lo tanto, el cometa resplandece por luz propia. En esta sentencia, sin embargo, es difícil explicar por qué los cometas dirigen siempre su cola en contra del Sol.

De ahí que otros prefieran que los cometas se formen por vapores de humo, conglomerados en la suprema región del aire, lo suficientemente den-

sos como para reflejar la luz del Sol, pero no tan opacos que no dejen filtrar los rayos refractados, como para señalar la trayectoria que han recorrido y que nosotros llamamos cola. El que la cola a veces aparezca curva depende de las condiciones del medio que atraviesa nuestra visual, como acaece con la vara, que aunque recta, sumergida en el agua aparece curva. A esta sentencia, sin embargo, se le puede objetar que si el cometa sólo recibiera la luz del Sol, tendrían que tener lugar eclipses por interposición de la Tierra, como acaece con la Luna, cosa que aun no ha sido observada. Esta misma variedad de opiniones sobre luz propia y ajena se da también en lo que respecta a los cometas supralunares." (Lossada, *Cursus philosophici*, Barcinone, 1883, Pars tertia, p. 242 sgs.)

**L**OS contextos de estas páginas no dejan lugar a dudas sobre la distinción entre meteoros en general y cometas en particular. El texto de Lossada ya discrimina claramente entre meteoros sub y supralunares; a estos últimos, animados de un doble movimiento parecido al de los planetas, podríáselos considerar, en cuanto a la causa del movimiento, como pertenecientes a la familia planetaria (p. 244). En el tiempo en que esto se escribía, Copérnico aparecía para los filósofos desplazado por Tycho-Brahe (1546-1601), quien por miedo a contradecirse con las escrituras había entorpecido el avance de la concepción astronómica de aquél; sin embargo, ya desde fines del siglo XVI iba tomando cuerpo la idea de que los cometas no eran fenómenos luminosos atmosféricos, sino cuerpos celestes, y tratábase entonces de determinar las órbitas que describían. Borrelli (1608-1679) y Dörffel (1643-1688), independientemente, fueron los primeros en anunciar que dichas órbitas eran probablemente parábolas, en cuyo foco se encontraría el Sol. (Newcomb-Engelman, *Astr. Pop.*, Gili, Barcelona, 1926, p. 401.) A Newton (1643-1727) se debe de haber captado la órbita del gran cometa de 1680. Con Newton se cumplía en parte la profecía de Séneca: "¿Por qué admirarse de que no estén los cometas sometidos a leyes fijas, y no sepamos de dónde vienen ni dónde paran tales cuerpos, cuyas reapariciones están separadas por largos intervalos? Día vendrá en que lo que hoy es misterio; será puesto a la luz. Nacerá un hombre que hará ver en qué parte del cielo van los cometas, por qué se diferencian tanto de los demás planetas, cuáles son su magnitud y su naturaleza." (*Naturales quaestiones*, VII, 25.) El mundo científico aun espera otro hombre que devele, sin hipótesis ni teorías, la última parte del anuncio profético de Séneca.



**Fig. 2. a) átomo del oxígeno, b) átomo del hidrógeno, c) molécula del agua.**

**A** pedido de los lectores de MUNDO ATÓMICO presentamos en este artículo algunas consideraciones sobre el agua común y el agua pesada.

Más de dos tercios de la superficie terrestre está cubierta de agua. La cantidad de agua dulce de los ríos, lagos, aguas subterráneas, así como la del vapor de agua en la atmósfera es insignificante en comparación con la del océano.

Si hacemos el agua conductora por adición de un electrólito (ácido sulfúrico, lejía de sosa, etc.) y a través de la misma se hace pasar la corriente eléctrica, el agua se descompone de tal modo que en el polo positivo, ánodo, se desprende oxígeno, y en el polo negativo, cátodo, hidrógeno. Los volúmenes desprendidos de oxígeno e hidrógeno guardan la relación 1:2; el agua, por lo tanto, consta de 2 volúmenes de hidrógeno y 1 volumen de oxígeno (Fig. 1).

En la unión del hidrógeno y

## Agua Común y Agua Pesada

Por el profesor doctor H. FREIMUTH,  
del Instituto Nacional de Investigación de las  
Ciencias Naturales y Museo Argentino de  
Ciencias Naturales "B. Rivadavia" (anexo)

oxígeno para formar la molécula de agua se aproximan los dos electrones de los átomos del hidrógeno (Fig. 2b) al átomo del oxígeno (Fig. 2a) y completan su capa electrónica externa, que consta solamente de seis electrones, a la capa estable de ocho (Fig. 2c).

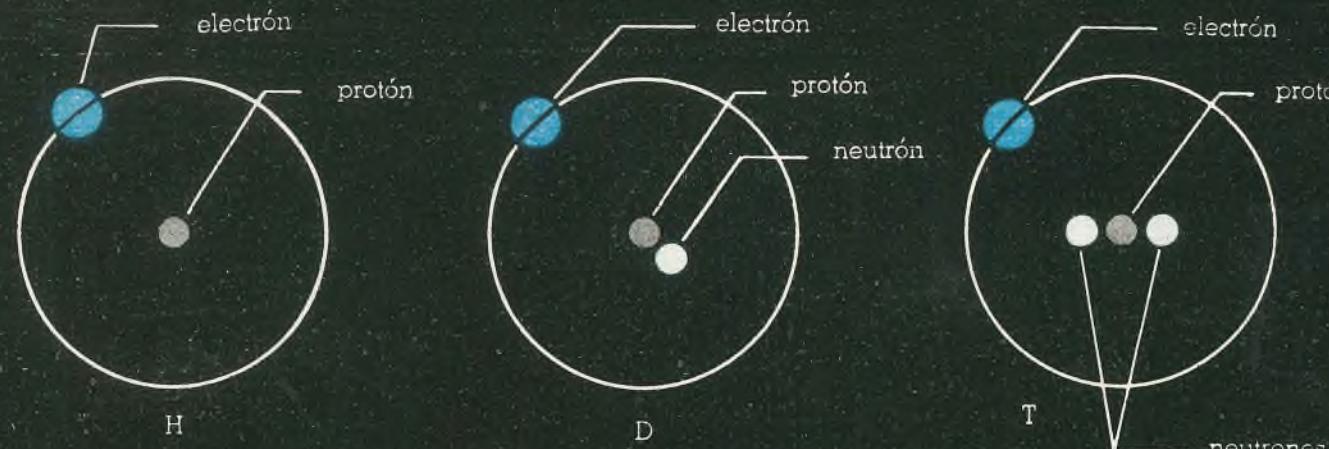
La magnitud del momento dipolar indica ya que la molécula de agua no puede tener la estructura simétrica H—O—H, sino la estructura asimétrica

H— $\overset{\circ}{\text{O}}\text{—H}$  y que los dos átomos de hidrógeno con el de oxígeno forman un ángulo de 105° aproximadamente.

Como la molécula de agua está compuesta de dos elementos, el hidrógeno y el oxígeno, trataré-



Fig. 4. El átomo del hidrógeno (H), deuterio (D) y tritio (T).



mos, por consiguiente, en primer lugar el problema del hidrógeno y oxígeno separadamente, y después, el del agua.

**HIDROGENO.** — En el artículo "Los isótopos radiactivos", MUNDO ATOMICO Nº 2, hemos visto que los elementos están compuestos por una mezcla de isótopos; es decir, de compuestos que tienen en el núcleo igual número de protones y ocupan el mismo lugar en la tabla periódica de los elementos, pero que se distinguen entre sí por el número de neutrones en el núcleo.

Si nos referimos al elemento químico hidrógeno, debemos considerar en él la presencia de tres isótopos diferentes: el hidrógeno liviano o "hidrógeno",  ${}_1^1\text{H}$ , el núcleo del cual es un protón (véase fig. 3); el segundo es el hidrógeno pesado, aislado por H. C. Urey en 1931, llamado "deuterio", con un protón y un neutrón en su núcleo,  ${}_1^2\text{H}$  ó D llamado **deuterón**; y el tercero es el hidrógeno 3, con un protón y dos neutrones en el núcleo,  ${}_1^3\text{H}$  ó T, al que se lo llama "tritio" (Fig. 4).

El deuterio y el tritio poseen, como el hidrógeno, el número atómico uno, pero el peso atómico es dos y tres, respectivamente.

De estos tres isótopos, el hidrógeno y el deuterio son estables; por el contrario, el tritio es inestable, con una vida media aproximadamente de 12; años. El tritio es un isótopo artificial que se obtiene partiendo del deuterio, litio-6 o helio-3, y se encuentra en el hidrógeno común menos del  $10^{-10}$  por ciento; por consiguiente, no se trata en este artículo el problema del tritio.

El hidrógeno común es una mezcla de 99,98% de hidrógeno liviano (H) y de 0,015% de hidrógeno pesado (D); es decir, que entre 5.000 a 6.000 átomos de hidrógeno hay un deuterio.

**OXIGENO.** — Del oxígeno son conocidos cinco isótopos: el oxígeno 15, el oxígeno 16, el oxígeno 17, el oxígeno 18 y el oxígeno 19. De los cuales el oxígeno 15 y 19 son inestables; por el contrario, los isótopos 16, 17 y 18 son naturales y estables.

Los isótopos inestables del oxígeno poseen una vida media muy corta, el oxígeno 15 tiene 2.2 minutos aproximadamente, y el oxígeno 19, sólo 27 segundos

aproximadamente; de manera que no se trata en este artículo el problema del oxígeno 15 y 19.

En la composición del núcleo de cada isótopo de oxígeno entran 8 protones y el sobrante son neutrones. Así, pues, el oxígeno 16 contiene en su núcleo 8 protones y 8 neutrones (Fig.); el oxígeno 17 contiene en el núcleo también 8 protones, pero 9 neutrones, y, en fin, el núcleo del oxígeno 18 posee 8 protones y 10 neutrones.

El oxígeno común es una mezcla de:  
99,7575 % de oxígeno 16 el  ${}^{16}\text{O}$   
0,0392 % de oxígeno 17 el  ${}^{17}\text{O}$   
0,2033 % de oxígeno 18 el  ${}^{18}\text{O}$

**FORMACION DEL AGUA.** — Para formar el agua tenemos dos isótopos de hidrógeno, el H y D, y tres isótopos de oxígeno, el  ${}^{16}\text{O}$ , el  ${}^{17}\text{O}$  y el  ${}^{18}\text{O}$ .

Con estos isótopos se podrían formar nueve tipos de moléculas del agua, y, como es sabido, el agua común es una mezcla de:

99,76	% de	$\text{H}_2 {}^{16}\text{O}$
0,17	% de	$\text{H}_2 {}^{18}\text{O}$
0,037	% de	$\text{H}_2 {}^{17}\text{O}$
0,0322	% de	$\text{HD} {}^{16}\text{O}$
0,00064	% de	$\text{HD} {}^{18}\text{O}$
0,00012	% de	$\text{HD} {}^{17}\text{O}$
0,00003	% de	$\text{D}_2 {}^{16}\text{O}$
0,00001	% de	$\left. \begin{array}{l} \text{D}_2 {}^{18}\text{O} \\ \text{D}_2 {}^{17}\text{O} \end{array} \right\}$

En esta composición el  $\text{D}_2 {}^{16}\text{O}$  se denomina **aqua pesada**, y  $\text{H}_2 {}^{16}\text{O}$ , **aqua liviana**.

La diferencia entre estos dos tipos de agua es que el agua liviana está compuesta de dos átomos de hidrógeno y de un átomo de oxígeno 16; en cambio, el agua pesada contiene dos átomos de deuterio y un átomo de oxígeno 16.

Mientras que la preparación de  $\text{H}_2 {}^{16}\text{O}$  y  $\text{D}_2 {}^{16}\text{O}$  pura no ofrece dificultades considerables,

no se ha conseguido hasta ahora aislar ningún agua de los otros isótopos, incluso ni el  $\text{H}_2 {}^{18}\text{O}$ , que después del  $\text{H}_2 {}^{16}\text{O}$  es el que mayor concentración tiene en el agua ordinaria.

**DATOS FISICOS.** — Desde el punto de vista físico el agua liviana y pesada se distinguen entre sí como sigue en la tabla 1.

Las últimas investigaciones sobre el agua común han demostrado que su composición no es constante.

Admitiendo como base el agua común del océano, entonces el agua de los ríos, lagos y aguas subterráneas es más liviana que el agua del océano, y el agua de la lluvia y de la nieve, a su vez, más liviana que el agua de los ríos.

Esto se explica por el hecho de que en las condiciones normales el  $\text{H}_2 \text{O}$  tiene una tensión de vapor más elevada que el  $\text{D}_2 \text{O}$ ; por consiguiente, la evaporación del  $\text{H}_2 \text{O}$  es más intensa que la del  $\text{D}_2 \text{O}$ ; por esta razón el agua restante del océano se enriquecerá más de  $\text{D}_2 \text{O}$ .

El agua de los glaciares, donde se produce una evaporación prolongada, la composición del agua es más rica en agua pesada que la del océano.

Por otra parte, la causa de la variación de la composición del agua proviene de la diferente difusión a través de las paredes del material poroso fino, del hidrógeno con peso atómico uno aproxi-

CONSTANTES FISICAS	$\text{H}_2 \text{O}$	$\text{D}_2 \text{O}$
Densidad máxima $\frac{\text{g}}{\text{cm.}^3}$ .....	1,0000	1,1056
Densidad máxima a la temperatura °C .....	4°,0	11°,6
Punto de solidificación °C .....	0°	3°,82
Punto de ebullición °C .....	100°	101°,42
Calor de solidificación Cal. .... mol. ....	1436	1510
Calor de vaporización Cal. .... mol. ....	10484	10743
Coeficiente de capilaridad din. .... cm. ....	73,0	67,8
Indice de refracción para luz de sodio a 20 °C .....	1,333	1,328
Coeficiente dieléctrico ε .....	81,5	80,7

madamente y deuterio con peso atómico dos aproximadamente que la molécula  $D_2$ ; por lo tanto, el agua restante es más rica en agua pesada que antes.

**PREPARACION.** — Para preparar el agua pesada a partir del agua común, se utiliza generalmente el método de electrólisis. En la electrólisis se separa preferentemente sobre el cátodo el hidrógeno liviano, de manera que el agua restante se enriquece en deuterio, en forma de  $D_2O$ . Prácticamente, de 10 litros de agua común se obtienen 0,2 cm.<sup>3</sup> de agua pesada.

Actualmente se emplea en los Estados Unidos un nuevo método de preparación del agua pesada, basándose en la utilización de dos fluidos: vapor de agua e hidrógeno. Se opera con catalizadores de níquel, por intermedio de los cuales el deuterio del gas reemplaza progresivamente el hidrógeno del agua; este último se convierte de este modo poco a poco en  $D_2O$ . La composición exacta de estos catalizadores es todavía un secreto.

Es interesante destacar que el precio de preparación del agua pesada, 300 dólares el kilogramo, bajó con el nuevo método hasta 60 dólares el kilogramo (año 1950).

Uno de los países más grandes productores del agua pesada es Noruega, que utiliza la energía eléctrica para la electrólisis de sus grandes centrales hidroeléctricas. La producción del agua pesada en Noruega es de varias toneladas por año.

**EL AGUA PESADA COMO INDICADOR.** — Como hemos visto, el deuterio tiene el peso atómico 2 aproximadamente, y sus propiedades químicas semejantes al hidrógeno, con peso atómico 1 aproximadamente; por consiguiente, se puede utilizar el deuterio o el agua pesada como indicador en los procesos biológicos, químicos y en la medicina, aparte de los empleos en los procesos nucleares.

El agua pesada cumple en este caso la función de indicador en base a su peso atómico, y tiene una

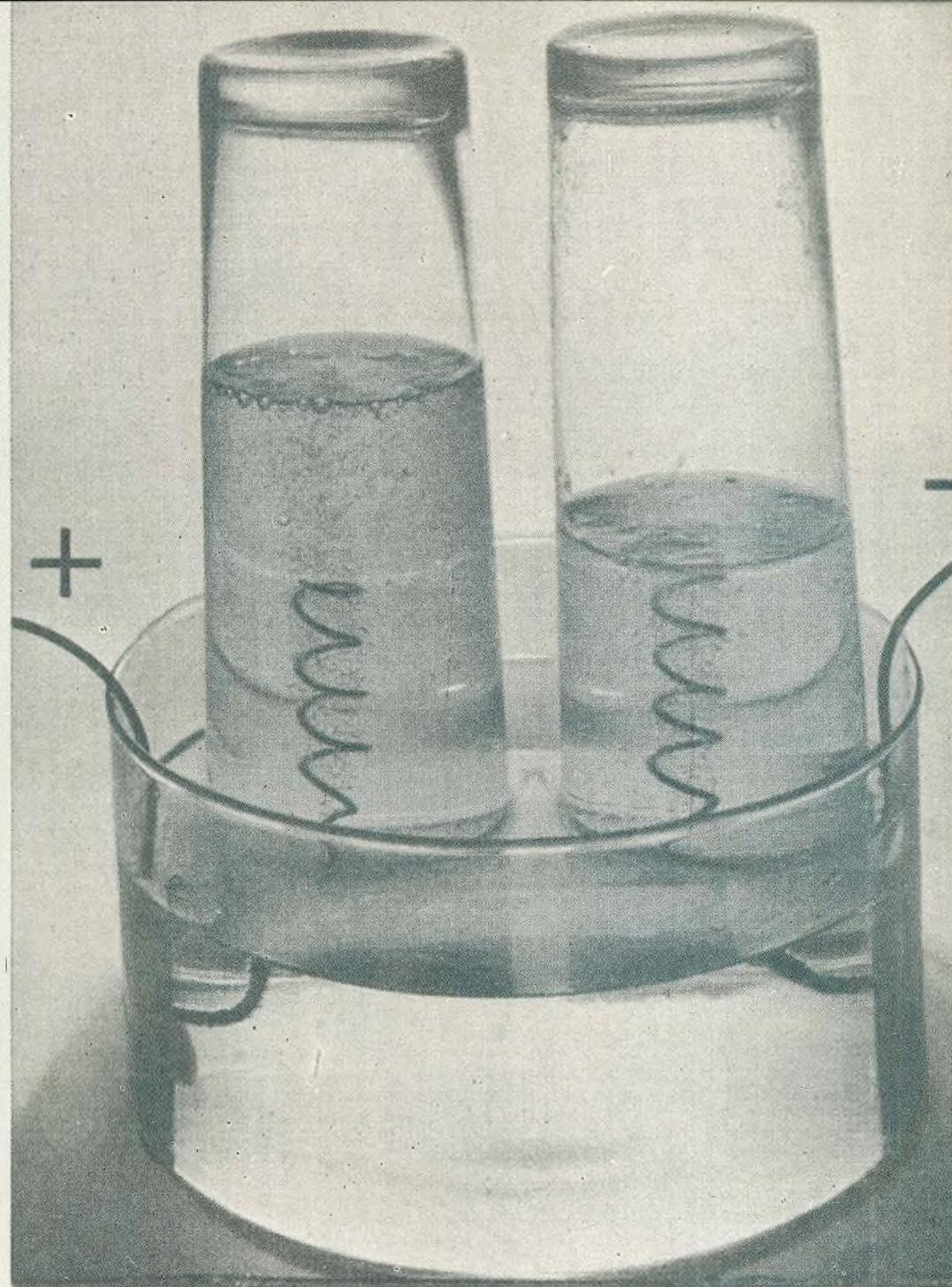
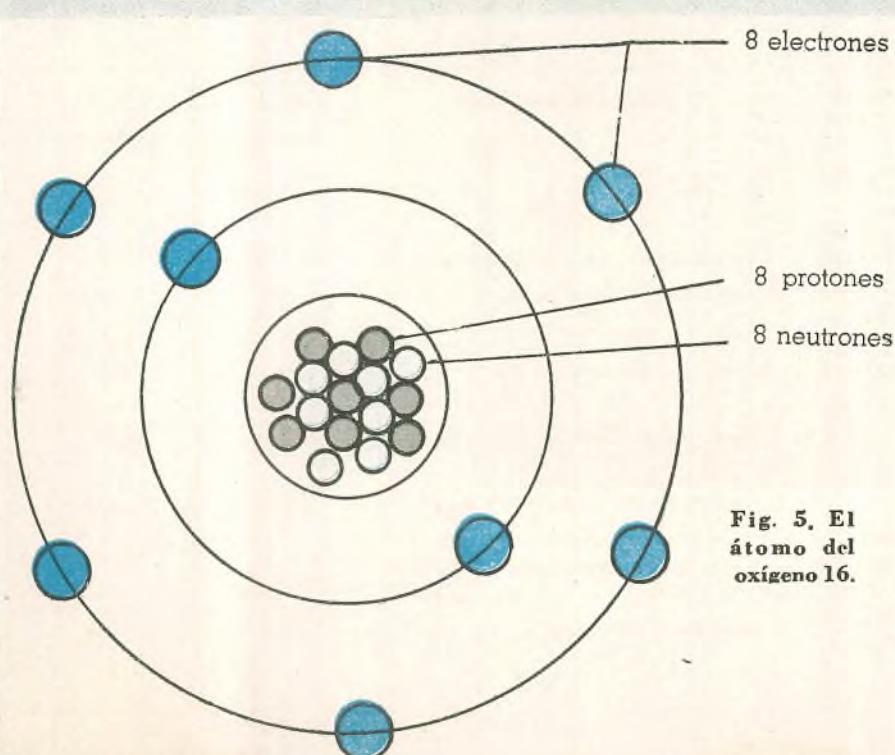


Fig. 1. *La electrólisis del agua. En el polo positivo se desprende oxígeno, y en polo negativo, hidrógeno.*



utilidad semejante a los productos radioactivos, que inyectados pueden reconocerse fácilmente en el trácto recorrido.

Para determinar, por ejemplo, el tiempo de permanencia de las moléculas del agua en el organismo humano, Hevesy ha empleado el agua conteniendo 0,5 % de agua pesada, y estableció que el tiempo medio de permanencia del agua en el organismo es de 13,5 días.

De manera que se puede determinar la velocidad de la mezcla del agua suministrada con el agua ya existente en el cuerpo.

Del mismo modo como el  $H_2O$ , se disocia también el  $D_2O$  en pequeñas cantidades, en iones  $D^+$  y  $OD^-$ . Mezclando el  $D_2O$  con el  $H_2O$  se forma, por intercambio mutuo de los iones, el  $HDO$ . Del mismo mo-

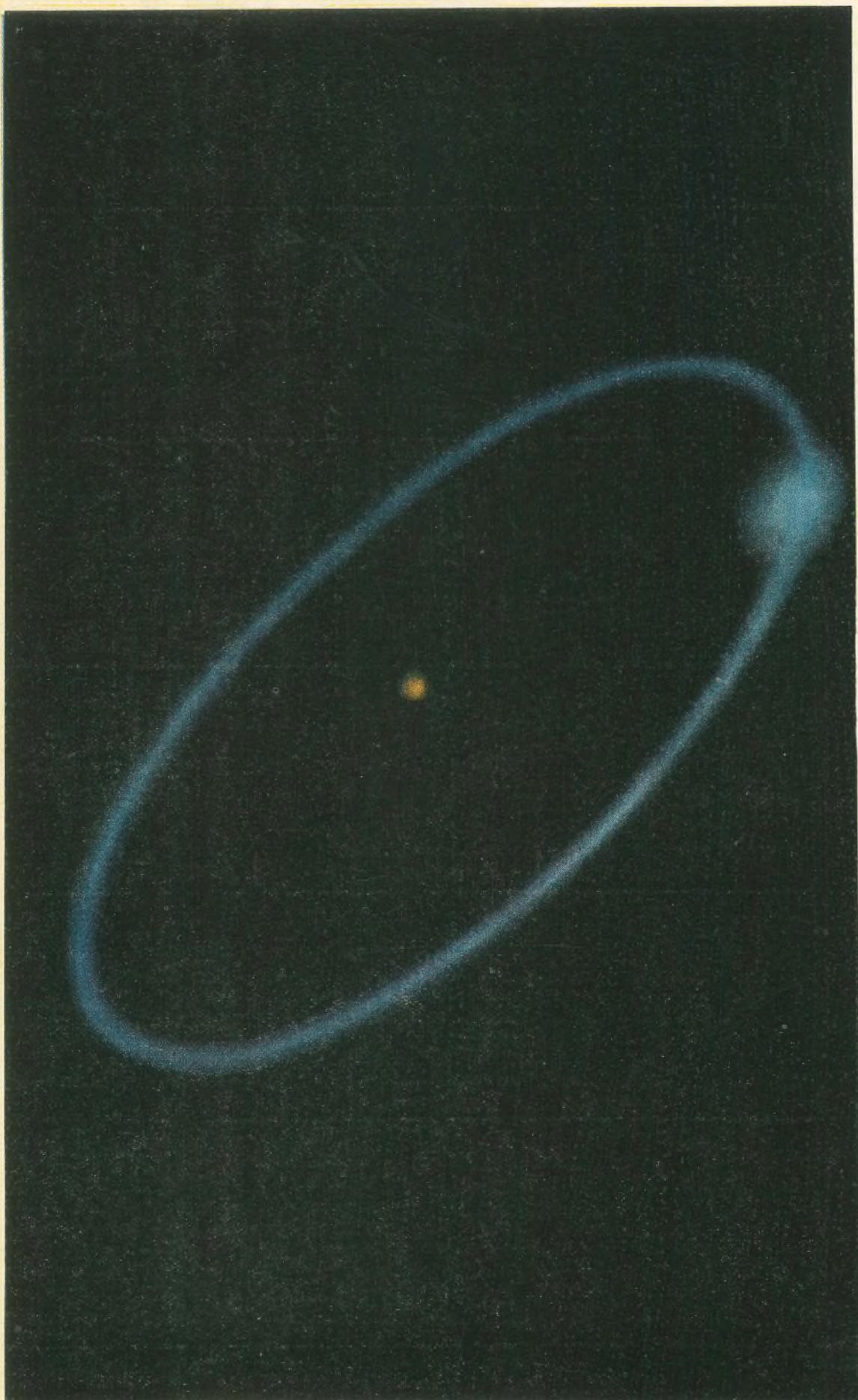


Fig. 3. El átomo del hidrógeno (H). El núcleo del H es sólo un protón, y la capa periférica, un electrón.

do cambia el agua pesada ( $D_2 O$ ) sus D iones contra los H átomos de las disociables materias orgánicas. Al contrario, los H átomos ligados con el carbono son muy difícilmente intercambiables con el D.

Disolviendo el ácido acético ( $C_2 H_4 O_2$ ) en el agua pesada ( $D_2 O$ ), se forma  $C H_3 + COOD$  y no  $C D_3 + COOD$ ; al contrario, formando el  $C D_3 + COOD$  artificialmente y disolviéndolo en el agua liviana ( $H_2 O$ ), se produce el intercambio solamente en la parte  $COOD$ , donde el átomo D será intercambiado con el H.

Sobre estos importantes hechos se basa el marcado o rotulado de los alimentos. Si, por ejemplo, la nutrición es por medio de alimentos que poseen átomos de carbono ligados con los no intercambiables átomos del D, entonces se puede proseguir analíticamente el destino de estos alimentos en el organismo. Se puede establecer hasta dónde llegan estas moléculas, dónde se acumulan y dónde se mudan; se pueden distinguir de las moléculas ya existentes en el organismo, que no poseían los átomos del deuterio.

Con este método se ha podido establecer que el 60 % aproximadamente de los ácidos marcados con el D, que se encuentran en las grasas naturales del alimento, son depositados en las grasas del cuerpo.

Alimentándose con el agua pesada ( $D_2 O$ ) y eliminando el agua liviana ( $H_2 O$ ) es nocivo. En general se puede decir que cuanto más se reemplaza el H con el D, más lentamente transcurren los procesos físicoquímicos en el organismo y el crecimiento queda tanto más retardado.

Del uso del agua pesada en la pila atómica y del deuterio en las reacciones nucleares se trata en los artículos intitulados: "Pila atómica" e "Instrumental de investigación atómica", en MUNDO ATOMICO N° 1.



# De la Casona al Rascacielo

Por MARGOT GUEZURAGA

**A**Si como los antiguos legionarios romanos llevaban consigo los equipos de "fabrii", encargados de construir los puentes, arcos triunfales y acueductos que prestigian hasta los días actuales la marcha de las huestes imperiales, las misiones jesuitas llenaron con sus construcciones todas aquellas zonas sometidas a la influencia cristiana y civilizadora, vale decir, bajo el signo de la cruz. Un verdadero cuerpo de especialistas aseoraban estas misiones con la colaboración de los hermanos coadjutores. Sólo así pudieron realizar admirablemente la empresa común.

Hace una década larga, el arquitecto Carlos E. Becker distribuyó la peculiar arquitectura entre los límites de un triángulo, cuyos vértices se hallan en Córdoba, Misiones y la Quebrada de Humahuaca.

El segundo grupo es más importante aún, y está formado por el colegio e iglesia de la ciudad de Córdoba y las estancias situadas en las cercanas serranías. Pero el programa arquitectónico de las estancias, con sus edificios principales, talleres y obrajes, viviendas para esclavos, molinos y tajamares constituyen una novedad original y privativa de esta segunda zona. Los vértices del triángulo jesuítico serían las capillas norteñas, las estancias cordobesas y la misiones guaraníticas.

En Buenos Aires los activos constructores jesuitas no se con-

DOS DIMENSIONES: LA PAMPA MADRE Y LA CORDILLERA DE LOS ANDES

crearon a sus propias obras. Lógicamente, en aquella época fueron los únicos arquitectos capaces, y eran llamados por otras órdenes religiosas y aun por los mismos civiles. Nuestro acervo colonial les debe la erección de los templos del Pilar, la Merced, las Catalinas, San Francisco y el pórtico de la catedral primitiva. Se asegura que tuvieron una participación en las obras del Cabildo de Buenos Aires; y si a esto se agrega la fachada y parte de la catedral de Córdoba, la de San Juan, el templo de la Inmaculada de Santa Fe, y asimismo la casa del virrey en Córdoba, llegamos a la conclusión de que nuestra arquitectura colonial fué jesuítica en su mayor parte.

Notables ejemplares del colonial argentino, de estupendo carácter y de gran significación estética, no fueron ni son susceptibles de influencias progresistas en lo que atañe a la arquitectura civil privada, en las expresiones concretas de la aduana vieja de Buenos Aires, la casa de Sobremonte de Córdoba, ya mencionada, y la casa de Costas de Salta. Módulos definitivos comprueban, además, que los estilos adoptados responden a formas peninsulares, de innegable procedencia hispana.

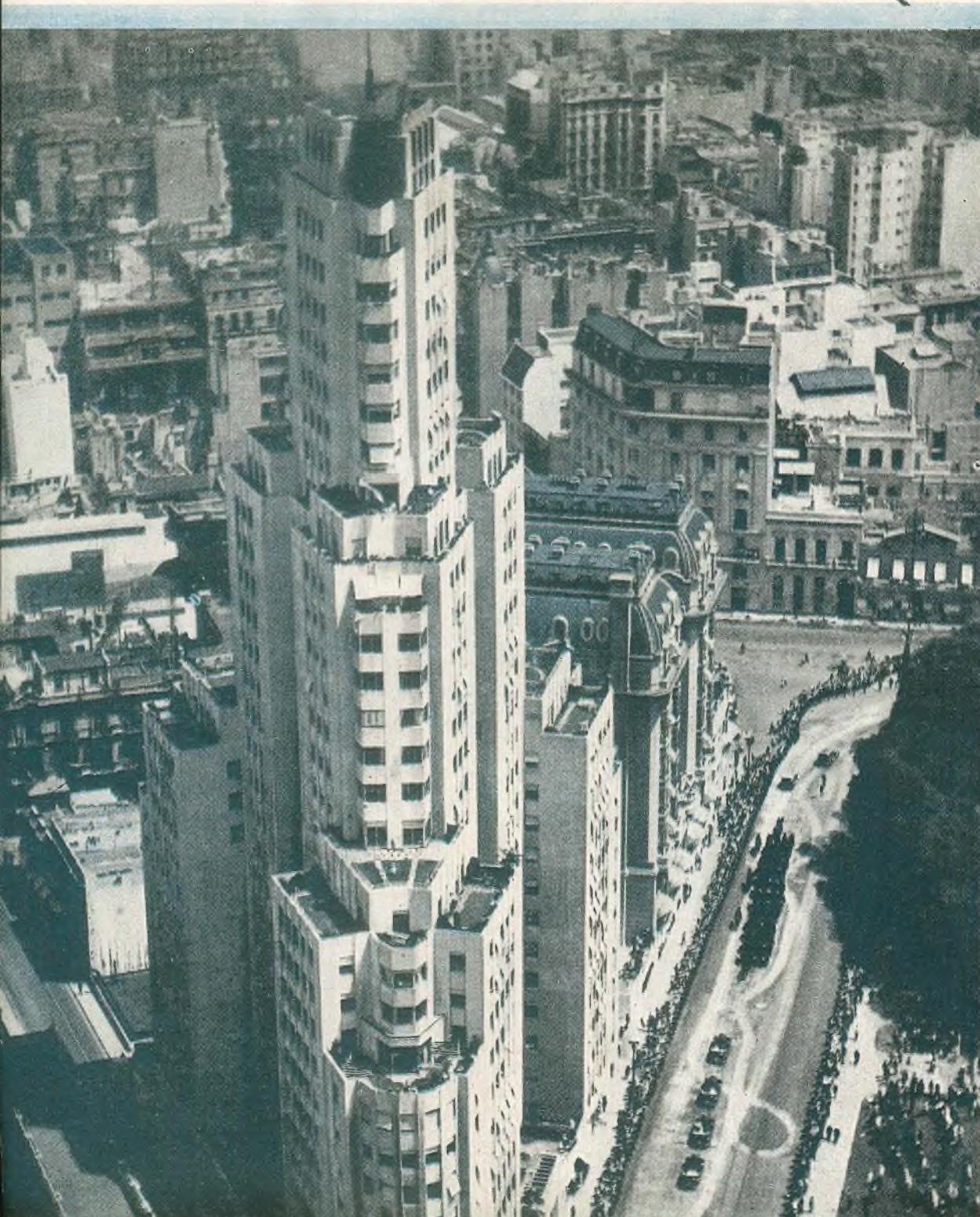
**T**AL como hubo un cruzamiento étnico entre españoles e indígenas, dándose esa enorme variedad de razas mestizas que pueblan gran parte del continente americano, de idéntica manera se fusionaron las artes europeas traídas por los conquistadores con las americanas existentes a la sazón, de donde surgió, en consecuencia, lo que podría denominarse "estilo criollo".

Buenos Aires dice, en parte, ese fluir y refluir de las especies, que, como las olas, traen el inconfundible rumor de un dilatado proceso, donde juegan sus destinos la sangre y el espíritu. Este se impone y aquél, al fin, se entrega, ya que más que una arquitectura de imitación, es el nuestro un arte de adopción. Cada grupo étnico trajo con sus costumbres su propia arquitectura, desde los días iniciales. Ante la choza del colonizador hispano citemos una vez más la observación de Sarmiento: "La casa de mojinete es anterior a la casa de azotea, lo que implica que la población fué vizcaína al principio y sólo después ha predominado la andaluza." Es España quien construye en nuestro suelo: he aquí planteado el problema del estilo colonial.

La enorme importancia que, por tantos aspectos, tuvo el virreinato del Perú, superior al del Río de la Plata, es digna de tenerse en cuenta en la medida de la arquitectura colonial. Poco más de veinte mil habitantes tenía Buenos Aires antes de 1800, coincidentemente cuando termina aquel estilo hispanoindio. Todo lo realizado con posterioridad y lo que se estima por arquitectura colonial, realizada por arquitectos italianos o franceses, no tiene nada que ver con aquella corriente de arquitectura criolla. Son dos expresiones arquitectónicas totalmente distintas en su contenido artístico y en su estructura aislada.

No es aquí el momento, por razones de espacio, de entrar en discusiones estilísticas, exponiendo conceptos y presentando ejemplos para llegar a una conclusión satisfactoria de lo que se entiende por arte criollo o mestizo y por arte colonial, pero sólo una cosa nos interesa, y es que ambos son el anverso y el reverso de una moneda española.

Nosotros contamos con la faz prístina de una auténtica expresión arquitectónica en América con respecto al estilo colonial. Carecemos, pues, de los elementos decorativos del norte y del sur, tales como los motivos indios zoomorfos, fitomorfos, antropomorfos, míticos y folklóricos. Todos ellos pertenecen a la arquitectura mayor, y la técnica decorativa con que fueron aplicados no respondió absolutamente a los ritmos ornamentales de la arquitectura española en aquel momento, que era barroca en el siglo XVII, y ultrabarroca a principios del XVIII. El elemento indígena, puro o mestizo, preponderante en cualquier



otra agrupación urbana, desde Santiago de Chile hasta México, era relativamente insignificante en Buenos Aires. Así lo hace notar el autor de *Facundo*: "Puede, por lo tanto, el patriotismo argentino bendecir el primitivo desamparo de esta comarca, que la brindó a los conquistadores pobre y desnuda, pero despojada de la impurible hipoteca indígena que había de gravitar perennemente sobre la suerte histórica de otras al parecer más favorecidas."

Llegado aquí, tenemos ya una visión panorámica de lo que puede ser una ciudad antigua y un solar edificado. Cabría en este lugar, lógicamente, hablar de la casa solarieta, no de la castellana, andaluza o vasca, sino de la casona porteña. Como en términos generales nos hemos referido a lo que está más en estrecha relación con los estudios arqueológicos, históricos y estéticos, que al aspecto social y a la función de la vivienda en nuestros orígenes, la que cumplió, dicho sea de paso, una misión de contornos entrañables, quizás, pues, por razones sentimentales, hacer un breve esbozo de lo que ella significa a través de varias generaciones de argentinos.

¿Cuál fué su expresión arquitectónica? Llegar a una conclusión exacta sería difícil, porque se impondría también situarla en la medida exacta del tiempo y del espacio, donde el factor migratorio no contase, pero teóricamente puede dotársela de un organismo rico en vibraciones y proyecciones espirituales.



Hace algo más de dos lustros, la Academia Nacional de Bellas Artes publicó en su serie los cuadernos IX y X, donde se refería a las estancias jesuíticas y a las misiones guaraníticas.

No es inverosímil que el espíritu de la casona, en esencia, haya sido una consecuencia o

derivación de un hábito, o de una conducta privativa de aquellas estancias jesuíticas.

Allí se forjaron la matrona y el patrício. Poseía un desván; en él iban a parar las reliquias de las generaciones anteriores, y era un lugar tan respetado como un santuario. Nos parece extraño, pero en la casona había una especie de fervor por las cosas inútiles.

Existe, pues, una arquitectura moral de la casona, sustentada a imagen y semejanza de los módulos jesuítas en sus orígenes, y que persiste en todo lo largo del siglo XIX en las variantes del cosmopolitismo arquitectónico. Por eso, no se puede nombrarla sin pensar en Cané, Lucio V. López, Cambaceres. Naturalmente después de Caseros, el señorío español y las prosapias con raíz de hierro —que dijo Lugones— fueron relegados a segundo plano, para dar paso a Voltaire y los enciclopedistas, y se gustaron los vinos y los perfumes de Francia a través de sus gloriosos poetas.

Sarmiento, por un lado, exaltaba la vida provinciana, y

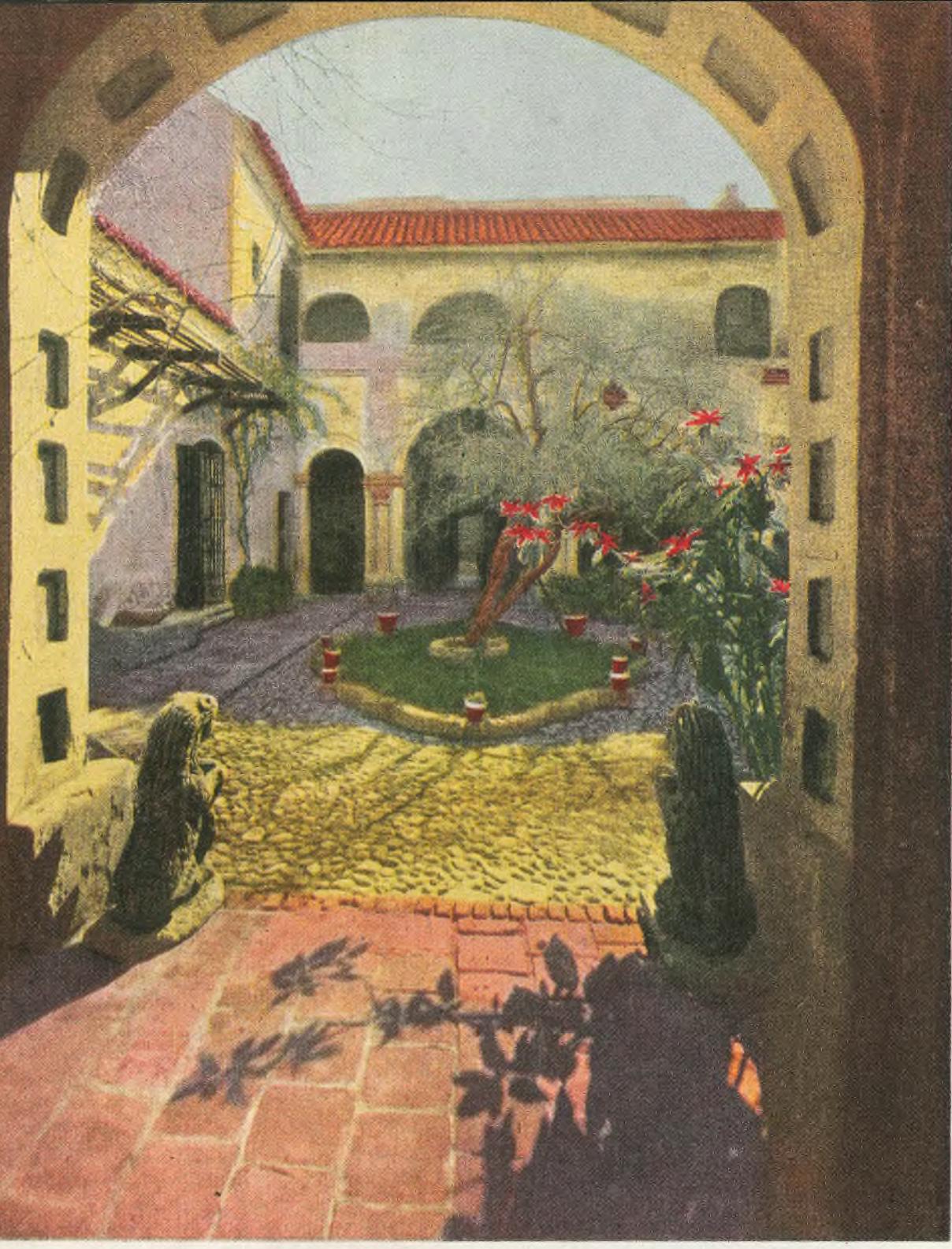
por el otro, hacia la apología de su amistad con Horace Mann, que tanto había de comprometer en el futuro su idiosincrasia criolla; pero trajo la afición por los idiomas extranjeros, el interés por los viajes, la política exterior y la lectura como antídoto contra la barbarie. Sarmiento no soñó con hacer de Buenos Aires la capital de la Cosmopolis del Sur, pues representaba por su configuración moral la arquitectura evolucionada del barroco en tierras americanas y feraces.

## II

Tal vez hoy, frente a la mole de un rascacielo, lamentemos que nuestro afán de mimetismo no haya preferido aquella arquitectura, que, al final de cuentas, siempre tiene más calor familiar que las importaciones europeas. Efectivamente. Casi las tres décadas del presente siglo, nuestro arte de construir se basó en copiar o imitar el clasicismo decadente de los Luises, preferentemente; luego la arquitectura de la exposición de artes decorativas

## SIGLO XIX

"El cosmopolita tiene mucho de nómada. Este transporta su tienda de campaña dondequiera que vaya, y el otro, en este caso el europeo, lleva en el espíritu las formas características de su país de origen y, naturalmente, las evoca en el estilo de sus construcciones. Anhela que la casa tenga relación con su intimidad, y si ello fuera posible —no reparando si la tierra es alta o baja—, que se edifique a tono a la manera del terreno lejano."



de París de 1925, y las de Viena y Munich antes de la primera guerra mundial; y alrededor del 30 los estilos modernos alemanes, italianos, franceses, austriacos; no faltando, en aquel entonces, los de vanguardia, como el tipo "standard" del soviet ruso y el "activista" de Le Corbusier.

De acuerdo con las condiciones históricas que rigen el desarrollo de nuestro país, el cosmopolitismo de su población se define y se identifica en la ciudad que construyó. El cosmopolita tiene mucho de

nómada. Este transporta su tienda de campaña dondequiera que vaya, y el otro, en este caso el europeo, lleva en el espíritu las formas características de su país de origen; y naturalmente, las evoca en el estilo de sus construcciones. Anhela que la casa tenga relación con su intimidad, y, si es posible —no reparando si la tierra es alta o baja—, que se edifique a la manera del terruño lejano. No tiene otra explicación la variedad de estilos que se observan en nuestras ciudades. No se busque

aquí lo caprichoso o arbitrario, pues sus causas son íntimas y profundas.

No es tan sólo un fenómeno de psicología social, como se dijo; es algo más inefable, y no pertenece tampoco al campo de lo fenomenal, que en materia científica se circunscribe a los límites del laboratorio. Son razones que obedecen a modalidades laboriosas y de hondo arraigo, y que tienen, lógicamente, su explicación psicológica y social, pero fuera del área de la fenomenología común.

Enumeremos los estilos predominantes en el curso de aquellas tres décadas: el petit hotel estilo Regence, el Luis XVI, y los palacetes Luis XIII, Renacimiento alemán, Luis XIV, Enrique IV, Renacimiento español, Imperio y la casa de renta estilo Regencia. En algunos barrios, sobre todo hacia la Recoleta y el Norte, la fisonomía de la ciudad guarda un estrecho parecido con París. En ello cifraron su orgullo muchos porteños. Este aspecto permanece aún, y si se tiene en cuenta que París también va cambiando y la opinión de los viajeros que llegaron mucho después de Paul Morand prevalece en los términos de la gentileza oficial, es que nos ven con ojos nuevos en relación a su capital modernizada.

Dos nombres de arquitectos ilustres surgen al final de esta segunda etapa, dedicada a nuestro arte de la piedra: éstos son Alejandro Christophersen y Alejandro Bustillo. En síntesis, son los padres de nuestro acontecer arquitectónico en sus dos aspectos, público y privado. Al evocarlos el primero ya desaparecido, los vemos consultando los textos de Vitruvio y de Palladio, cuya actitud nos explica la mentalidad de uno y otro, y la amplitud de criterio frente a su época, frente a lo que evolucionaba en ella.

### III

Buenos Aires crece día a día y en ambas direcciones: extensión y altura. Sarmiento dijo que el mal que aquejaba a nuestro país era la extensión; pero olvidó el factor psicológico de las grandes ciudades, y es que ellas ejercen una especie de imán sobre el destino o la suerte de los grupos sociales desde los tiempos bíblicos hasta nuestros días.

Veamos, pues, que el fenómeno no es nuevo. Ya en los días de Jesús de Nazaret la gente se apiñaba en ciudades populosas; y el alojamiento en habitaciones adecuadas ha sido un problema cuya edad pasa de tres mil años. ¿Cuántas veces, en el curso de esos tres mil años, no se habrá insinuado y hasta predicado ulteriormente sobre la conveniencia de que la población urbana desarrolle los centros congestionados y se instale en las zonas rurales,

¿Las razones? El deseo de asociarse y vivir en comuni-

dad es parte integrante de la naturaleza humana. La sabiduría popular se refiere al animal social que hay en nosotros, y La Bruyère, al mirar a la multitud como quien ve pasar un rebaño, aludió aforísticamente a la "soledad y a la desgracia de no poder estar solos".

Los arquitectos que no tienen en cuenta estas fundamentales razones, seguirán alimentando sueños irrealizables. El resultado de su teoría será la construcción de aldeas "abandonadas", que ya cuentan con ejemplos en el pasado. No es extraño encontrar en el corazón de las selvas gloriosas manifestaciones de este sueño de reformadores convertidas en ruinas por el abandono y por el ataque implacable de la maleza. Encerrarse en este círculo es propio de una mística que no condice con los tiempos que corren, teniéndose en cuenta que la misantropía ya no existe, y se la trata como cualquier otra afección con diagnóstico de alergia mental.

Al grupo que forman estos reformadores se circunscribe la tarea de denigrar el rascacielo; pero el arquitecto con visión práctica reconoce la necesidad de las ciudades y de sus habitantes, uniendo esfuerzo y empeño por mejorarlas, ya que "lo importante no es curarse, sino vivir con sus males", según la expresión de un prestigioso escritor francés.

A la serie de rascacielos levantados en el término de pocos años, tendremos que agregar los que se construirán en los terrenos ocupados por regias mansiones, por esas señoriales casas porteñas de las que ya van quedando pocas.

La vida moderna, con sus detalles de confort, traducidos en el aire acondicionado frío o caliente, con el agua caliente central, con las heladeras centrales, la radio y la electricidad, ha llevado a muchas familias que vivían en grandes palacios, a vivir en reducidos departamentos, a fin de aprovechar estas mil ventajas.

La flexibilidad del acero hizo posible este tipo completamente nuevo de arquitectura. Se logró aligerar el peso que los cimientos tienen que soportar y fué factible realizar en el taller una considerable e importante obra, evitándose de este modo la acumulación de materiales de construcción en el lugar mismo en que el edificio ha de levantarse.

Mediante la aceleración del proceso de la construcción se pudieron reducir considerablemente los gastos de transporte, los impuestos muertos sobre terreno y los intereses sobre las cantidades que generalmente se toman a crédito para llevar a cabo la obra. Este tipo de construcción, además, abreña de un modo apreciable el lapso que media entre el día en que el constructor recibe el terreno en que se ha de elevar el "building" y la fecha en que éste quede habitable. Constituye, pues, una efectiva economía de tiempo y dinero, razones especialísimas para que el rascacielo se imponga como tipo de edificación moderna, tan en pugna con los argumentos de la tradición latina.

En concepto del constructor, el rascacielo, para serlo, no necesita contar con una cantidad fantástica de pisos. Sólo se trata de un tipo de construcción, aunque el vulgo se empeña en verlo como una elevadísima torre. No obstante, el referido tipo de construcción es el que ha hecho posible aprovechar hasta el máximo el costoso terreno de las ciudades populosas.

¿Son antiestéticos los rascacielos? Todo depende del cristal con que se los mire. Podría traerse a discusión el tema del gótico, sustentado por Guillermo Worringer, cuando observa que "Gótico" y "estético" implican una conjunción paradójica e inadmisible y, aclarando sus conceptos, martilla sobre el punto candente de la cuestión: "La supuesta belleza del gótico es una equivocación de los modernos"; para Worringer, pues, estético es lo clásico, y el clasicismo se detiene en Grecia. Según el mismo autor, todo el curso del arte europeo puede reducirse a una lucha entre lo gótico y el clasicismo; y esa lucha continúa en el devenir histórico, porque responde a ciclos culturales y representa la dinámica y la estética del pensamiento.

Alguien expuso, mejor que nadie, la teoría del rascacielo, en sus dos aspectos: horizontal y vertical. Extraemos de su breve conclusión filosófica sobre tan interesante tema lo siguiente:

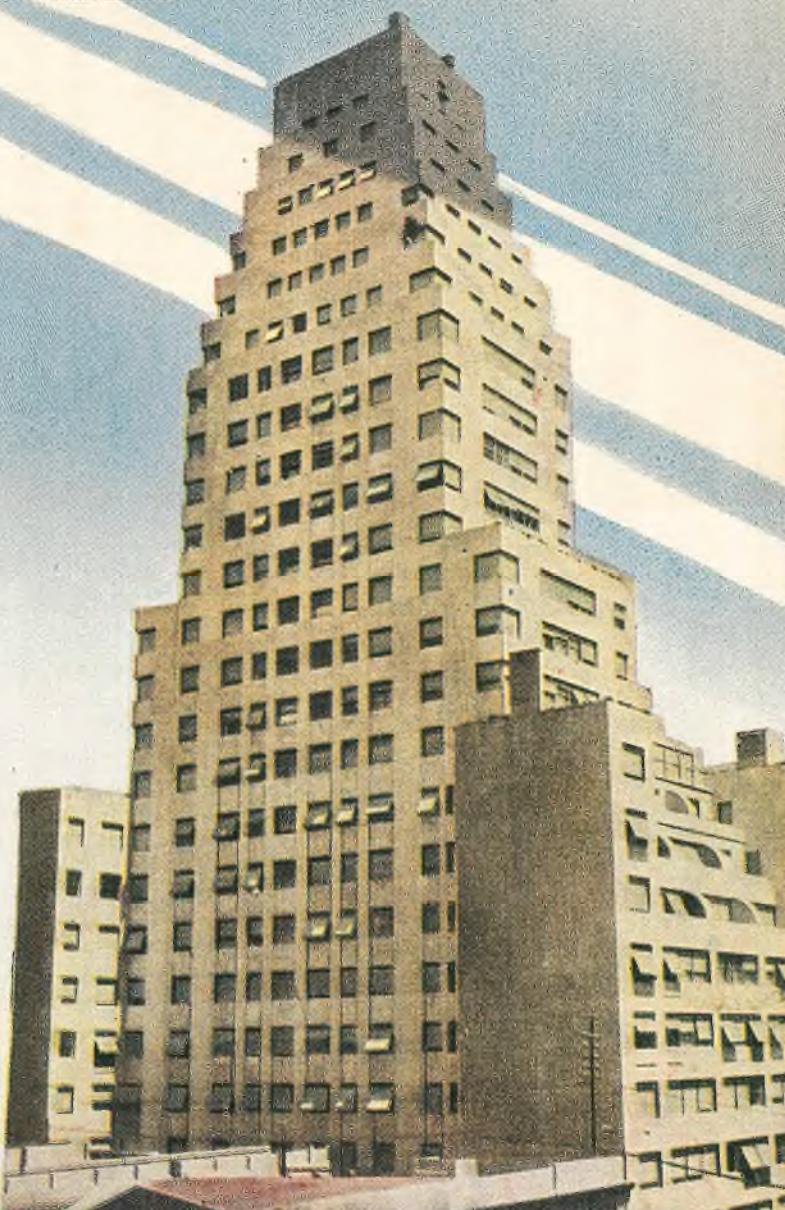
"El "horizontalismo", en arquitectura, comenzó por ser, en espíritu, la expresión de homenaje a la tierra." Elevarse en "horizontal" es persistir en cul-

to telúrico. El clasicismo jamás cayó en abstracciones más allá de la tierra. Esta le prodigó todas las gracias materiales y espirituales que componían el repertorio de ansiedades del "hombre clásico". Y de ahí su antropomorfismo. El "espanto cósmico" de que habla Worringer fué inquietud exclusiva del "hombre gótico". Para el "hombre clásico", este "espanto cósmico" no tenía importancia. El "hombre gótico", contrariamente, desconfió siempre de la tierra, y la manera de expresar su desconfianza —para proyectarse en un mundo de abstracciones— dejó de ser "horizontal" en su expresión plástica. El gótico es "vertical".

"Horizontalismo" en su aspecto psico-plástico significa homenaje a la tierra, clasicismo. "Verticalismo", bajo ese mismo fondo, significa plástica proyectada en abstracciones. "Horizontalismo" y "verticalismo" en la filosofía de la historia del arte, coinciden en aquellos pares de conceptos "polarizados" de los modernos estetas alemanes: clasicismo y anticlasicismo (Wölfflin); ontromorfismo y desontromorfismo (Worringer); naturalismo e idealismo, inmanentia y trascendencia (Dvorak)."

"A quienes no les interesa asomarse al problema profundo de la evolución de las formas, fácil les será justificar el horizontalismo por la necesidad práctica de ubicar los ventanas apaisados. Para otros, los más avanzados de la teoría maquinista, la interpretación del rascacielo como una "cáscara" de un gran vacío (teoría de los "mechanicistas" alemanes), justificará la vuelta al "horizontalismo". Pero todos estos teóricos se estrellan contra el inusitado "verticalismo", real y franco, del rascacielo yanqui, surgido en su comienzo "funcionalmente", pero proyectado después en los últimos lustros hacia formas "superfuncionales", es decir, funcionales de necesidades no solamente útiles." (Ensayo sobre una biología del rascacielo.)

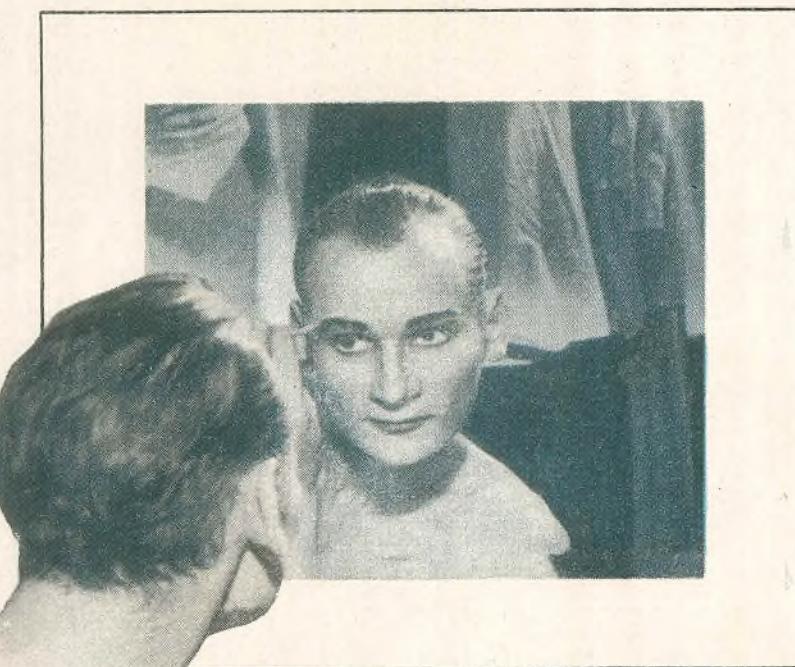
Nosotros poseemos, como bienes naturales y proyectadas hacia el porvenir de la patria, esas dos dimensiones en la pampa madre y en la cordillera de los Andes.





# MUSICA "all'aperto"

OPERAS, CONCIERTOS Y "BALLETS" EN UNO DE LOS MAS HERMOSOS JARDINES



**P**OR cúpula, el cielo. Por faroles, las estrellas. Y un ambiente saturado con la excelsitud del arte. El teatro Colón se transforma con sus nuevas galas del estío y cambia su ancha cinta de la avenida Nueve de Julio por los verdes tonos de las arboledas de Palermo.

Esta es la historia que se repite año tras año desde 1936. En realidad, no le prestamos mayor importancia: ya estamos acostumbrados a ella. Es un devenir natural: se inicia la temporada de verano al aire libre del teatro Colón de la ciudad de Buenos Aires. Y los decorados de líneas extravagantes, los bastidores, las maquinarias y los trajes de todas épocas y todas las fantasías, se trasladan al barrio de Palermo.

Luego llegan los mismos espíritus que

LA PASION MUSICAL DE BUENOS AIRES HALLA EN PALERMO SU AUDITORIO DE VERANO

posaron para las pinturas de Degas: faldas vaporosas, delicadas figuras de mujer. Y los caprichosos dibujos de los arabescos que se van hilvanando sobre la punta de un zapato de baile. Esta temporada de 1951 abarcó 50 funciones populares. En el repertorio podemos hallar los títulos de "Aída", "Rigoletto", "Cavallería Rusticana", "El Murciélagos", "Tabaré", "Marina", "La Traviata", "I Pagliacci", junto a los bailes "Silfides", "Astucias Femeninas", "Rapsodio Húngara", "Danzas Polovtsianas", "La Boutique Fantasque", "Los Patinadores", "El Espectro de la Rosa", "La Flor de Irupé", "El Lago de los Cisnes", "El Sombrero de tres Picos",

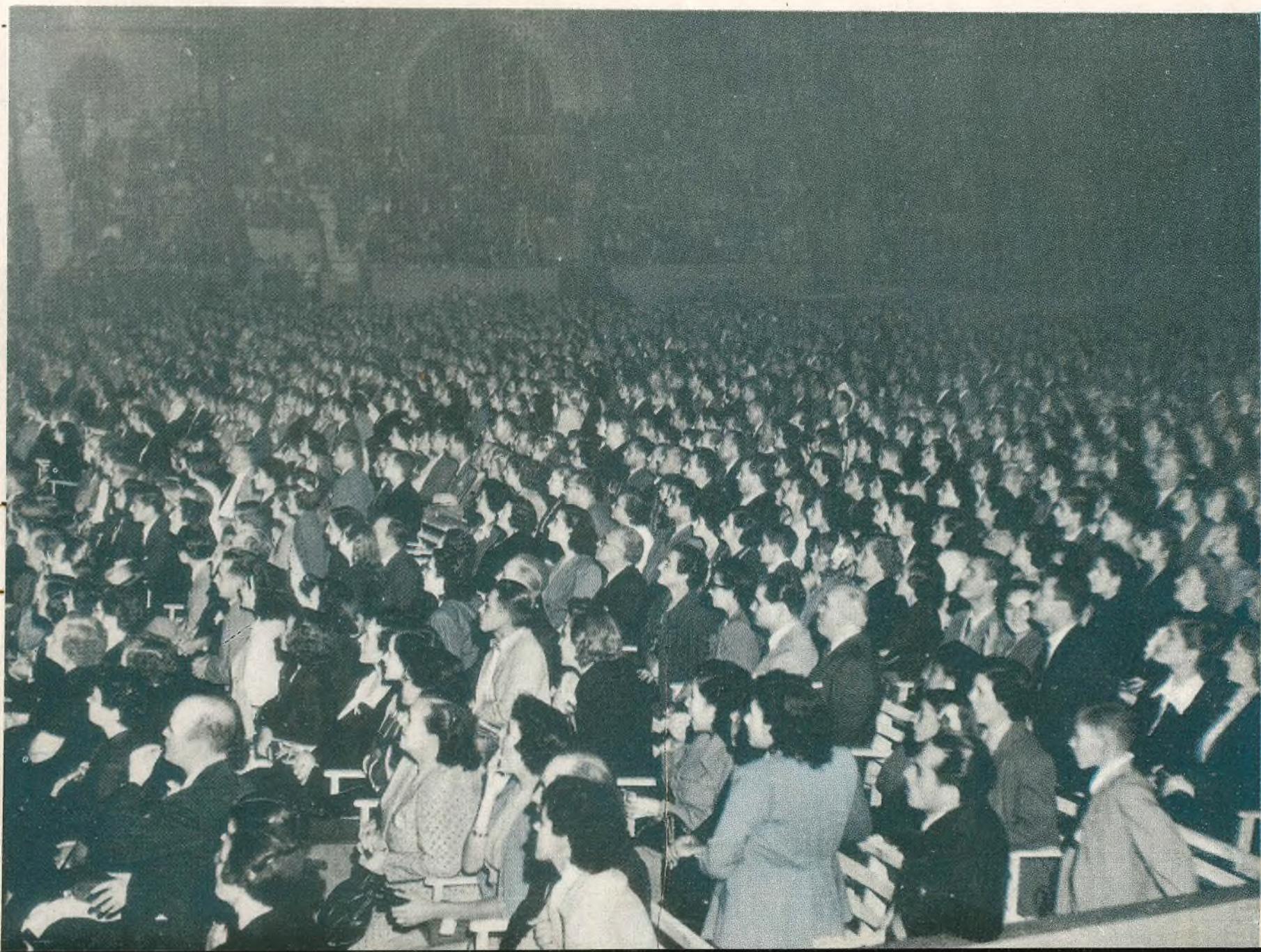
"Ajedrez", "Don Juan de Zárriza", "Los Pájaros", "Copelia", "Proteo" y muchos más.

Así se abren las puertas que dan paso a las expresiones más hermosas, para que puedan disfrutar de ellas todo el pueblo. La capacidad del teatro es de 8.306 personas: filas de bancos de madera blanca, que suplen magníficamente a las butacas de terciopelo rojo.

Diariamente se forman largas "colas" delante de las ventanillas de las boleterías, las que más de una vez lucen con verdadero orgullo el cartelito que anuncia que "no hay más localidades". Sí, bien puede decirse que es con verdadero orgullo, ya que ello demuestra el interés que despiertan estas

**Una temporada que abarca cincuenta funciones que son presentadas por 8306 personas por noche. Nombres de los más famosos compositores, de los mejores cantantes, bailarines y músicos llegan hasta el escenario para ofrecer al pueblo toda la excelencia de su arte.**

**Son cincuenta representaciones de gala que tienen como cúpula el cielo estrellado. Música "all'aperto" en los parques de Palermo.**



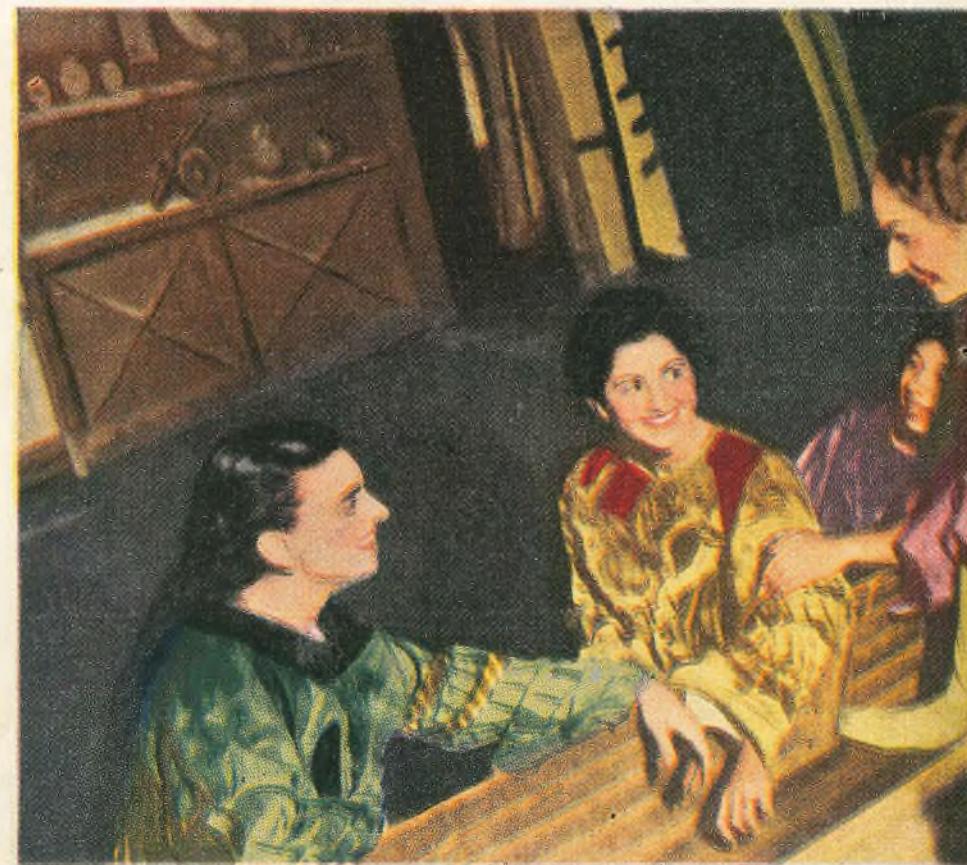


## LAS MIL Y UNA NOCHES

El arte es la varita mágica que descorre el telón en las noches estivales entre las sombras del follaje de las arboledas de Palermo. Y allí queda ante los ojos extasiados del público un nuevo mundo de melodías y danzas.

Son "Las mil y una noches", que se repiten con sus fábulas fantásticas de colores y arabescos. Es Degas, con el espíritu de sus bailarinas, escapadas de sus lienzos.

Operas, conciertos y "ballets" para el pueblo argentino. Un pueblo ávido de vida espiritual y de arte.



funciones en el público, y lo que justifica ampliamente la necesidad y las obligaciones de fomentar y perseverar estas temporadas estivales.

Allí, sobre el mismo escenario desde el cual se escucharon las voces de los cantantes de la talla de Carlos Galeffi, Antonio Vela, Carlos Guichandout, Elena Venturino, Lily Hennemann, Concepción Velázquez, Faustino Arregui, Hina Spani, Domingo Mastronardi, Carlos Rodríguez, Renato Cesarri, Angel Mattiello, Rafael Lagares, Fidela Campiña, Zaira Negroni, Felipe Romito, Olga Chelavine, Juan Zanin, Nilda Hofmann, Mafalda Rinaldi, José Soler, Asís Pacheco, queda lugar para muchos más. Para que año a año renazcan en este rincón las fábulas y las historias divinas de la música universal. Nombres, títulos: compendio de dieciséis años de labor ardua. Y como el premio máximo, el aplauso del público y de la crítica. Es, en fin, un teatro como todos los teatros. Donde la nerviosidad de cada función sólo se disipa al correrse el telón. Y mientras entre bastidores hay corridas, órdenes y una última

indicación, sobre la escena se van desarrollando las coreografías, las melodías.

El mundo se divide aquí también en dos hemisferios: el de los que ofrecen su arte, y el de los que lo reciben. Luminarias que surgen bajo los fulgores de las estrellas, alumbradas por los rayos de los faros y la luna.

El bullicio de los camarines, las corridas. Las llamadas: "¡A escena!", y el ulular de la sirena. El director de la orquesta levanta la batuta, y todo es silencio. Ha comenzado otra noche de función en el teatro Colón al aire libre, en uno de los rincones más hermosos de la ciudad.

Inolvidables se graban en nuestra memoria los conciertos sinfónicos dirigidos por Ernesto Mellich, Juan José Castro, Alejandro Szenkar, Cirilo D'Agrenneff, Jaime Pahissa, Jacha Horstein y Clement Krauss. También inolvidable es cada uno de los espectáculos, y en conjunto, toda esta magnífica labor cumplida.

Se le brinda así al pueblo lo que el pueblo necesita. Nuestro pueblo argentino que funde en su idiosincrasia la devoción y el respeto a todas las artes.



UN PROBLEMA DE DEFENSA NACIONAL

# Comando Unificado o Individual en AVIACION

EL ARMA AEREA Y SU CONEXION CON LOS BUQUES

**E**l poderío de la aviación quedó demostrado desde la primera guerra mundial. El conflicto finalizado en el año 1945 reafirmó la eficacia del arma aérea.

A medida que se avanza en el siglo y desde que se entró en la tercera década, la aeronáutica va estructurándose como cuerpo de guerra. Con elemento humano especializado y material progresivamente perfeccionado se logran de día en día conquistas que no hace mucho tiempo parecían inalcanzables. Ese adelanto técnico y profesional llevó a los gobiernos a encarar seriamente las posibilidades de la nueva arma, y fué así que, tras algunos ensayos, aparecieron en los distintos países los ministerios del Aire, de la Aviación o de la Aeronáutica, denominaciones que servían para designar a organismos semejantes. Estos departamentos, lógico era suponerlo, tendrían jurisdicción sobre todo aquello que se relacionara con el aire.

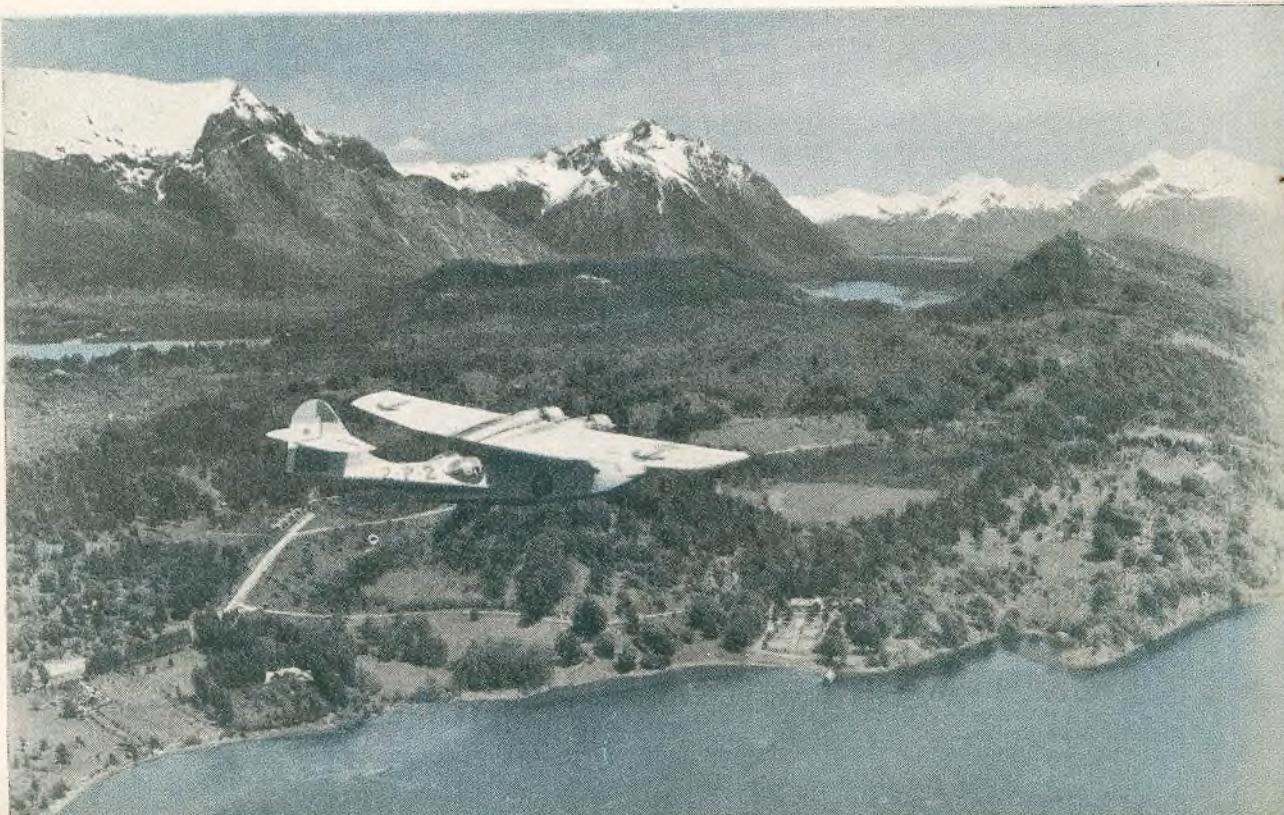
La situación planteó un interrogante: ¿Cuál sería el destino de los aviones, y de los hombres a su cargo, que tenían el ejército y la marina? Para resolverlo se siguieron criterios distintos. Algunos creyeron que un comando general de aviación debía tener superintendencia general. Muchas voces de personas autorizadas, en cambio, sostuvieron un criterio distinto al respecto. Afirmaban éstas que el comando de aviación no podía cono-

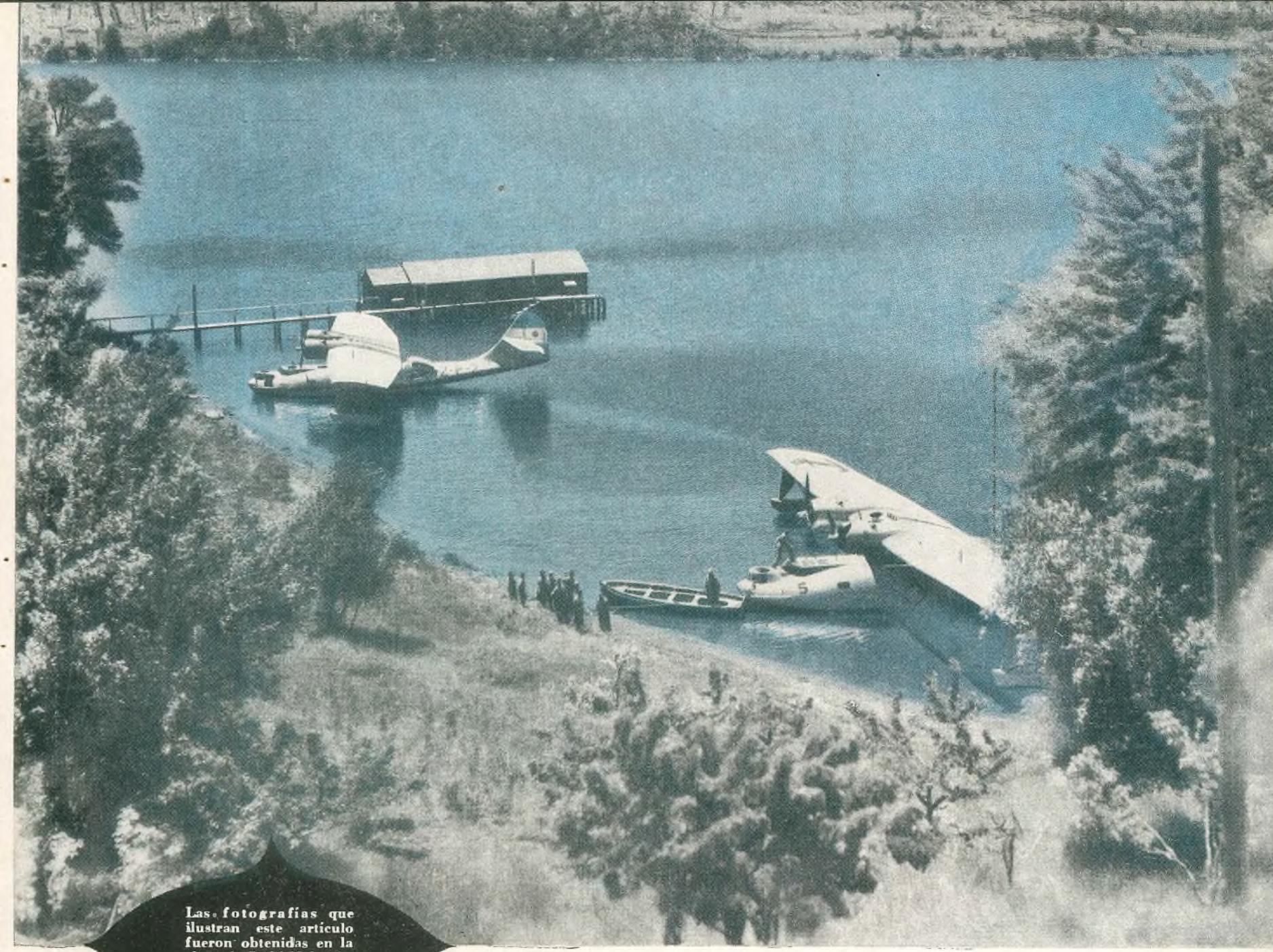
cer aspectos técnicos propios del ejército y de la marina.

Durante cierto tiempo hubo diversas opiniones y actitudes. Mientras algunos países se inclinaron hacia el sistema del comando unificado, otros, por el contrario, mantuvieron la jurisdicción por arma, aunque aceptaban lógicos elementos de coordinación, particularmente para los casos de guerra. La marina de los Estados Unidos fué la primera en reconocer que la aviación naval tenía que ser una parte integrante de las fuerzas navales. Sus jefes afirmaron que la marina debía

estar constituida en base a buques y aviones. Juzgaban que el teatro de la guerra naval es una sola entidad, fueron buques o aviones los que se emplearan. De esa manera el comandante en jefe de las fuerzas de marina se constituyó responsable de todo el ámbito de la guerra naval, incluyendo las defensas costeras. En caso de ataques llevados desde el aire, en su zona, a él le tocaba intervenir.

En Alemania la disparidad de criterios llegó a crear verdaderos conflictos en la última guerra. El ministro del Aire





Las fotografías que ilustran este artículo fueron obtenidas en la playa de Pichi Mahuida, en el lago Nahuel Huapí.

—el mariscal Goering— creyó más de una vez que los aviones podrían obrar sin necesidad de establecer previamente una acción coordinada con las otras fuerzas. El comandante en jefe de las fuerzas de la armada —el almirante Raeder— se quejó de esa "intrusión" que había malogrado el éxito de algunas operaciones planeadas estratégicamente por los jefes navales. Según su criterio, las fuerzas aéreas debían estar integradas por: a) la fuerza aérea operativa; b) las unidades aéreas del ejército; c) las unidades aéreas de la marina. La fuerza aérea operativa debía estar al mando del Ministerio del Aire; las unidades navales, bajo el mando del comando de las unidades aéreas de la marina, y las del ejército, bajo las órdenes del comando de las unidades aéreas del ejército.

El temperamento del almirante Raeder no tuvo apoyo suficiente, porque el mariscal Goering, que se le oponía, era uno de los principales hombres dentro del sistema político nacionalsocialista. La realidad demostró luego que la lucha por el mando en Alemania —la diferencia de criterios del Ministerio del Aire y del Ministerio de Marina— dió por resultado una falta de orientación y contribuyó decididamente a acelerar la perdida de la batalla del Atlántico. No es aventurado suponer, asimismo, basándose en la alta opinión de los técnicos, que la incapacidad alemana para comprender y emplear el poder naval contribuyó al éxito de la retirada británica de Dunkerque. Y aun más: dicha incapacidad en la utilización de las fuerzas del mar alejó a sus fuerzas terrestres de toda posibilidad de victoria. Después de Dunkerque, Inglaterra quedó poco menos que a merced de la fuerza alemana, y todo lo que faltaba era el ataque final a través del canal de la Mancha. Pero el

estado mayor general alemán, mientras fijaba sus miradas en la isla objetivo, no consideró la delgada cinta de agua que separa el continente de los acantilados de Dover. Fué el mismo error que hace más de un siglo cometió Napoleón, otro defensor del sistema del estado mayor único. Es que asegurar el dominio del aire es diferente que asegurar el dominio del mar.

El caso alemán sirvió de enseñanza, y muchos jefes militares de los grandes países comprendieron que la marina debe tener su propia aviación, orgánica, y que ésta no puede en manera alguna reducirse a una mera cooperación de otra arma.

Surge del consenso más generalizado que la aviación naval es una parte de la fuerza aérea de una nación, pero su función específica es apoyar a la fuerza naval, y por tanto debe formar parte integrante de la flota y estar directamente bajo el mando naval.

El aviador náutico deberá estar al tan-



to de las diversas formaciones tácticas de los buques, la composición de ellos, el reconocimiento del tipo de los mismos, las condiciones atmosféricas particulares del mar y las cualidades inherentes a este elemento, que sólo la experiencia es capaz de enseñar. Decía al respecto el coronel Knox, secretario de Marina de los EE. UU., que "un hombre que no tenga adiestramiento naval no puede ser un excelente aviador naval".

El almirante King, comandante en jefe de la flota de los EE. UU., afirmó: "Los aviones pueden realizar lo que no pueden hacer los buques; inversamente, hay misiones que sólo los buques pueden ejecutar. Juntos, los buques de superficie, los submarinos y los aviones constituyen un equipo cuyas posibilidades superan a la suma de las posibilidades de cada categoría operando aisladamente. Pero teniendo en cuenta las condiciones en que cada equipo debe actuar, las operaciones aéreas en el mar deben ser preparadas, dirigidas y conducidas por oficiales aviadores de la marina, y la

aviación naval debe contar con sus representantes en el comando y en los estados mayores de las fuerzas combinadas."

El almirante Sims, sobre la misma cuestión, afirmaba: "El máximo de éxito en la guerra naval sólo puede obtenerse con el coordinado empleo de los tipos de buques y aparatos navales, y semejante coordinación sólo es posible cuando todos estos varios tipos son maniobrados por personal ejercitado y adoctrinado según directivas similares y en una escuela común, que es la flota."

En atención a cuanto queda expuesto, después de madura reflexión, el presidente del Naval War College se opone enérgicamente a todo cuanto significa tendencia para la unificación de los servicios aéreos del ejército y la armada de los EE. UU.

Antecedentes análogos podrían citarse en Gran Bretaña. Los altos jefes del Almirantazgo sostuvieron semejantes argumentos en defensa de la separación del

comando de aviación naval y su dependencia del Ministerio de Marina.

En las naciones americanas, donde hasta hace poco se seguían los pasos de las grandes potencias en materia aeronáutica, no podía mantenerse un concepto distinto.

En nuestro país la separación de los comandos está dando resultados sorprendentes. El Comando Aéreo, dependiente del Ministerio de Aeronáutica, ha realizado una obra digna de todo elogio, cuyo último representante —verdadero orgullo nacional— es la construcción del Pulqui II, modernísimo avión a reacción. Y el Instituto Técnico de Aeronáutica, de Córdoba, dará, sin duda, todavía mayor impulso a la aeronáutica argentina. Por su parte, la aviación naval, dentro de su esfera, ha contribuido a refinar los principios de soberanía en regiones lejanas, en donde el buque es el único medio de traslado.

Los aviones navales, en conexión con las naves, han emprendido importantes viajes de exploración.

EL PROBLEMA DE LA

# Lluvia Artificial

POR EL PROFESOR DOCTOR WALTER GEORGII, DEL DEPARTAMENTO  
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CUYO

## INVESTIGACIONES AEROFÍSICAS

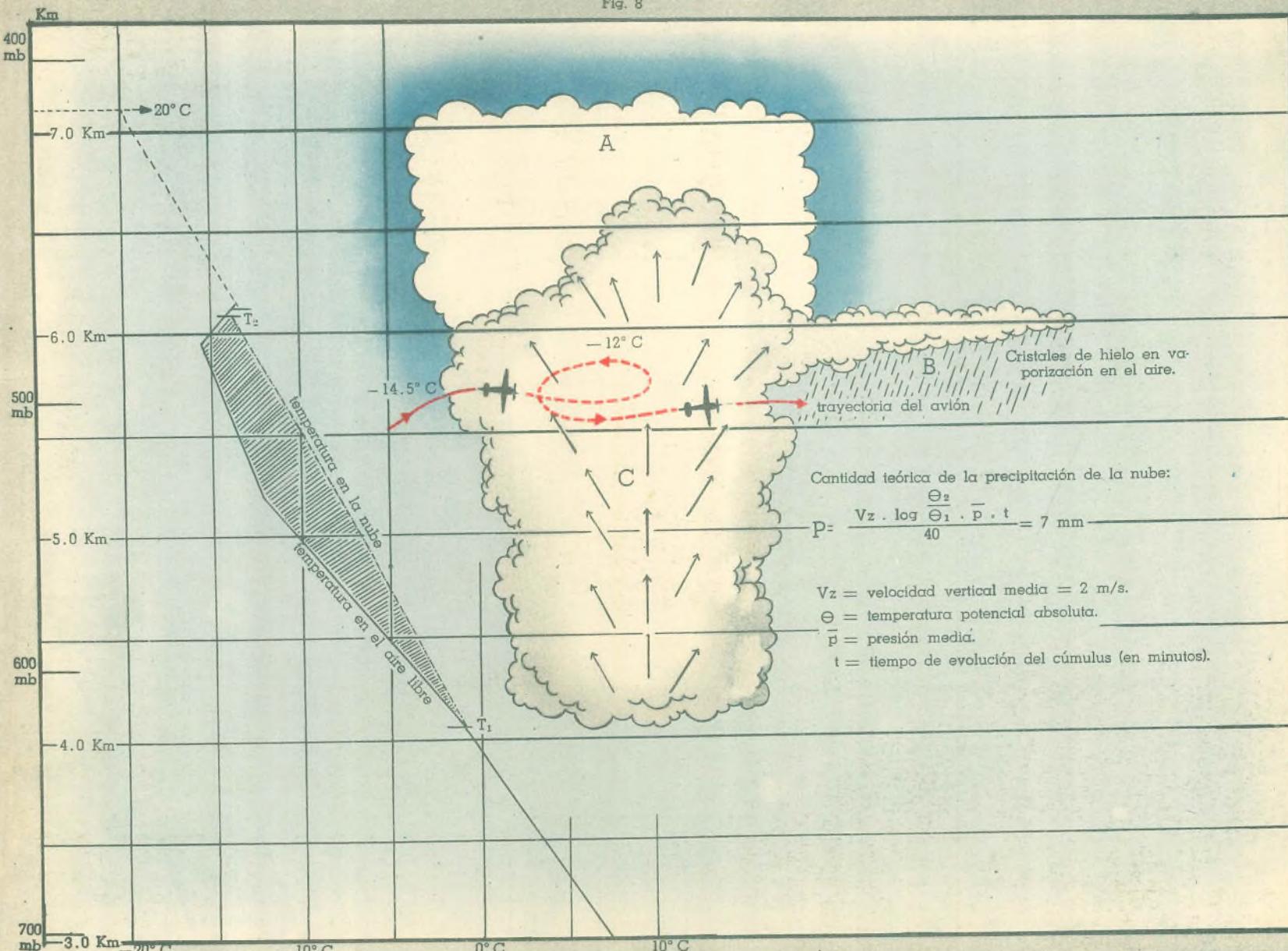
**I**A aerofísica investiga los fenómenos meteorológicos de la atmósfera libre con los métodos de la física experimental, utilizando como laboratorio el amplio espacio de la atmósfera.

En este sentido quedan por resolver los problemas de la aerotecnica, la cual investiga la cinemática de las corrientes aéreas horizontales y verticales, o bien, con carácter de mecánica de vuelo, analiza directamente en las corrientes del aire libre las cualidades y performances de vuelo de un avión, siendo así un complemento esencial de las mediciones aerodinámicas normales del avión en el túnel aerodinámico.

La investigación de los fenómenos aeroeléctricos, aún poco estudiados por mediciones directas en el espacio del aire libre, forma también un terreno de exploración sumamente amplio para la aerofísica. Y en estos problemas se rozan la aerofísica y la física atómica en el estudio de la radiación cósmica. Un problema fundamental aguarda aún ser solucionado, y es el que atañe, por así decirlo, a la carga opuesta del condensador que determina los fenómenos aeroeléctricos y que está formado por la superficie de la tierra y una capa conductora de la alta atmósfera. La suposición más probable de que la ionósfera forma esa carga opuesta no puede ser probada, ya que no existen correlaciones claras entre los fenómenos de la ionósfera y de la electricidad del aire. La suposición de que la radiación cósmica causa un incremento rápido de la conducción de una capa de la alta atmósfera es la que



Fig. 8



mayores probabilidades tiene, debiendo, por consiguiente, buscarse ya en la estratosfera la carga opuesta del condensador aeroeléctrico. Las investigaciones proyectadas por el Observatorio de Altura Perón constituirán, sin duda, un valioso aporte en favor de la solución del problema.

La intervención del hombre en el intento de modificar fenómenos naturales de tal magnitud como la lluvia y la niebla —provocando una y disolviendo la

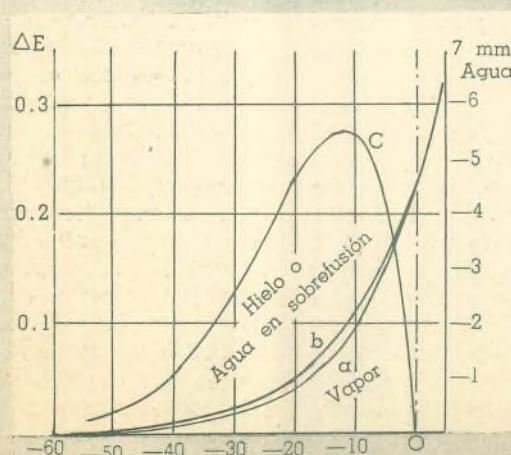
otra— no puede menos que causar la sostenida inquietud de los científicos y la no menos tensa expectación de los pueblos. Sobre todo, cuando tales intervenciones prometen éxito, como es el caso de aquellos procesos que se encuentran en un estado de equilibrio lábil. En tales condiciones un impulso artificial puede provocar el desencadenamiento de la energía lábil con la consiguiente reacción en cadena, la cual, al progresar automáticamente, produce en gran escala la transformación del estado lábil en equilibrio estable.

La transición artificial del estado lábil de agua en sobrefusión al equilibrio estable de hielo es ejemplo de lo expuesto. En la atmósfera, en nubes a suficiente altura, suele observarse con frecuencia el estado lábil de las gotas de agua en sobrefusión. Como la lluvia que llega a la tierra implica siempre la fase de hielo en las alturas, es de admitir que la transformación a cristales de hielo de las gotas de agua en sobrefusión podría provocar la lluvia artificial.

En general, conocemos el diagrama de las fases del agua para la superficie

#### CONCEPTOS FÍSICOS DE LA TRANSFORMACIÓN DE LAS FASES DEL AGUA: VAPOR-AGUA EN SOBREFUSIÓN-HIELO

plana, tal cual lo ilustra la Fig. 1 mediante las curvas  $a =$  hielo y  $b =$  agua en sobrefusión. En él la curva  $c$  representa la diferencia  $\Delta E$  de la presión de saturación entre el agua y el hielo. De este diagrama se deduce que por enfriamiento de aire húmedo se alcanza primero la fase de hielo; y sólo entonces, continuando el enfriamiento, sigue la fase del agua en sobrefusión. Esta transición de fases puede aplicarse, empero, únicamente a las superficies planas, suposición que jamás se ha visto realizada en el agua atmosférica en forma de gotitas. Además, este diagrama, en la curva  $c$ , nos muestra que tratándose de temperaturas iguales a la presión de saturación por encima del agua es mayor que por encima del hielo. La diferencia entre ambas fases asciende hasta un máximo de  $-11.4^{\circ}\text{C}$ , y su consideración

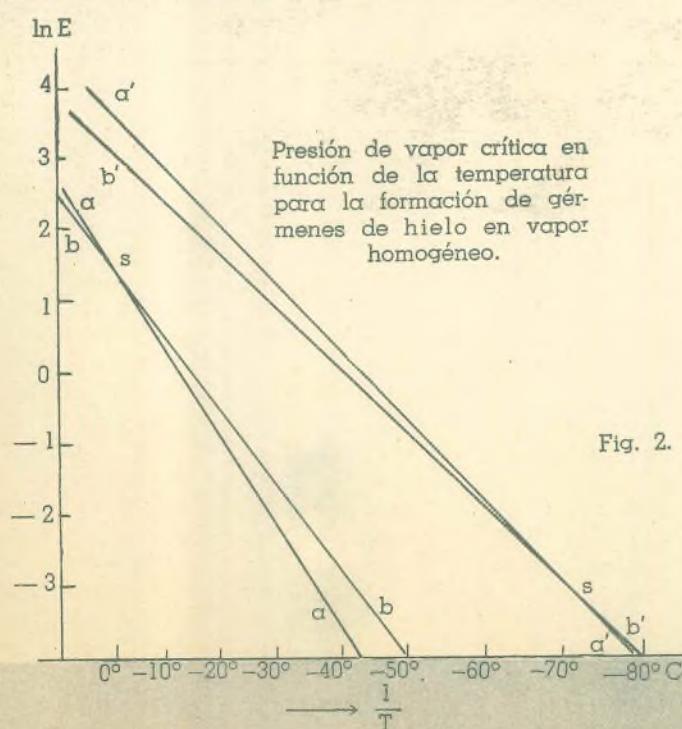


ración es importante para deducciones posteriores, pues en una mezcla de gotas de agua y hielo acciona en forma tal que las gotas de agua se evaporan a favor del crecimiento de los cristales de hielo.

En una mezcla semejante se desarrolla el proceso de sublimación secundaria.

En lugar del diagrama de las superficies planas, M. Vollmer calculó otro, de fases de agua aplicables a superficies curvadas válido para las gotitas atmosféricas y para la formación del germen primario.

Para la formación de una nueva fase se necesita energía que sea proporcional a la superficie del germen primario y a la tensión de superficie del mismo. La energía que forma el germen requiere determinada sobresaturación con vapor para la transición de la nueva fase. A cada temperatura le corresponde una sobresaturación crítica, para que cause la formación del germen primario. Cuanto más pequeña la energía de formación del germen, tanto menor debe ser la sobresaturación necesaria, y tanto más fácil se formará la nueva fase. El diagrama de fases para vapor de agua homogéneo, libre de núcleos de condensación y de congelación, es presentado por la Fig. 2, según M. Vollmer. Las gráficas  $a'-a'$  corresponden a la fase del hielo, y las  $b'-b'$  a la fase del agua. Resulta de ahí que la sucesión de la formación de fases se presenta invertida en relación a la superficie plana (Fig. 1). Tal inversión es válida entre los límites de  $0^\circ$  hasta  $-72^\circ$ . En las temperaturas bajo  $0^\circ\text{C}$  se forma en primer término la fase de agua, y al continuar el enfriamiento, la fase del hielo, por congelación de las gotas de agua formadas. Sólo a temperaturas más bajas que  $-72^\circ\text{C}$  este proceso se opera a la inversa. La fase del hielo se forma en primer término, y ello mediante sublimación primaria de vapor.



## Las experimentaciones argentinas echan el hielo seco dentro y no encima de la nube

Estas condiciones varían hasta un grado determinado cuando partimos de la base de vapor de agua no homogéneo y no libre de núcleos de congelación. Suponiendo que las gotas de agua contengan núcleos de congelación, entonces la energía de formación de gémenes es reducida, facilitando así la formación del primer germen de hielo.

Estas exposiciones sobre la transición de fases del agua nos suministran los siguientes principios básicos:

- La fase de hielo atmosférico se forma mediante la fase del agua por congelación de los elementos de nubes en sobrefusión.
- Los núcleos de congelación contenidos en las gotas de agua facilitan el proceso de congelación.
- Los cristales de hielo van creciendo en una mezcla de gotas de agua y cristales de hielo a costa de las gotas evaporizantes.

Tal sublimación secundaria alcanza su máximo a una temperatura de  $-12^\circ\text{C}$ .

### EXPERIMENTOS SOBRE LOS NUCLEOS DE CONGELACION Y SU ACTIVIDAD

Las investigaciones acerca de la actividad de los núcleos de congelación llevadas a cabo por el doctor W. Rau son de gran importancia. Rau utilizó en sus experimentaciones un método de punto de rocío. Sobre una superficie de metal, pulida, enfriada por debajo de la temperatura del aire de la cámara frigorífica, observó y fotografió el tipo de

la sucesión en la formación de gotitas y cristales.

Rau pudo dar mediante sus experimentaciones la prueba exacta de que la eficacia de los núcleos de congelación depende de temperaturas determinadas. Existe un espectro preferente de la eficacia de los núcleos de congelación en dependencia de la temperatura. La Fig. 3 muestra el diagrama del espectro de núcleos de congelación, dando en cada caso el número de las gotas de agua que se congelaron sobre la plancha de ensayo a diferentes temperaturas.

A  $0^\circ\text{C}$  sólo se hielan unas pocas gotas, a  $-4^\circ\text{C}$  tienen ya actividad varios núcleos de congelación. El máximo principal de los núcleos de congelación activos está a  $-12^\circ\text{C}$ . Un segundo máximo importante se halla a  $-20^\circ\text{C}$ . Este espectro de núcleos está perfectamente de acuerdo con las condiciones atmosféricas reales, ya que las nubes de hielo aparecen por lo general a temperaturas próximas a los  $-12^\circ\text{C}$  o a los  $-20^\circ\text{C}$ . En la Argentina la temperatura de  $-20^\circ\text{C}$  tiene la importancia mayor para la congelación de los elementos de nubes durante el verano, según las observaciones realizadas en vuelo.

Las experiencias del doctor Rau aportaron otros descubrimientos importantes sobre la actividad de los núcleos de congelación. Así, demostró que la actividad de los núcleos se restringe cuando éstos están expuestos por algún tiempo al agua o al aire húmedo, y recuperan su actividad al secarse. Esta característica es de importancia para el pasaje de la fase líquida a la sólida dentro de

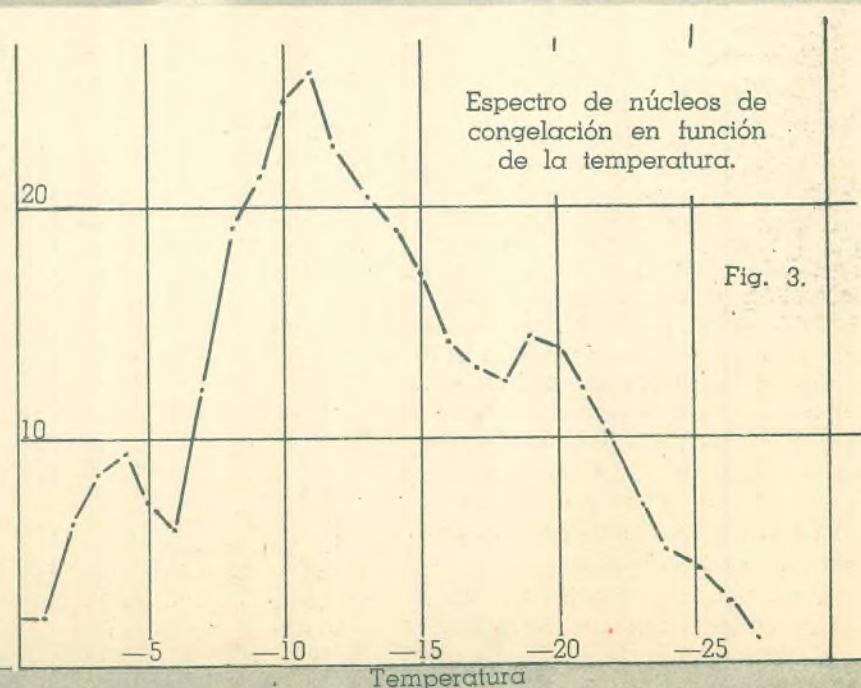


Fig. 2.

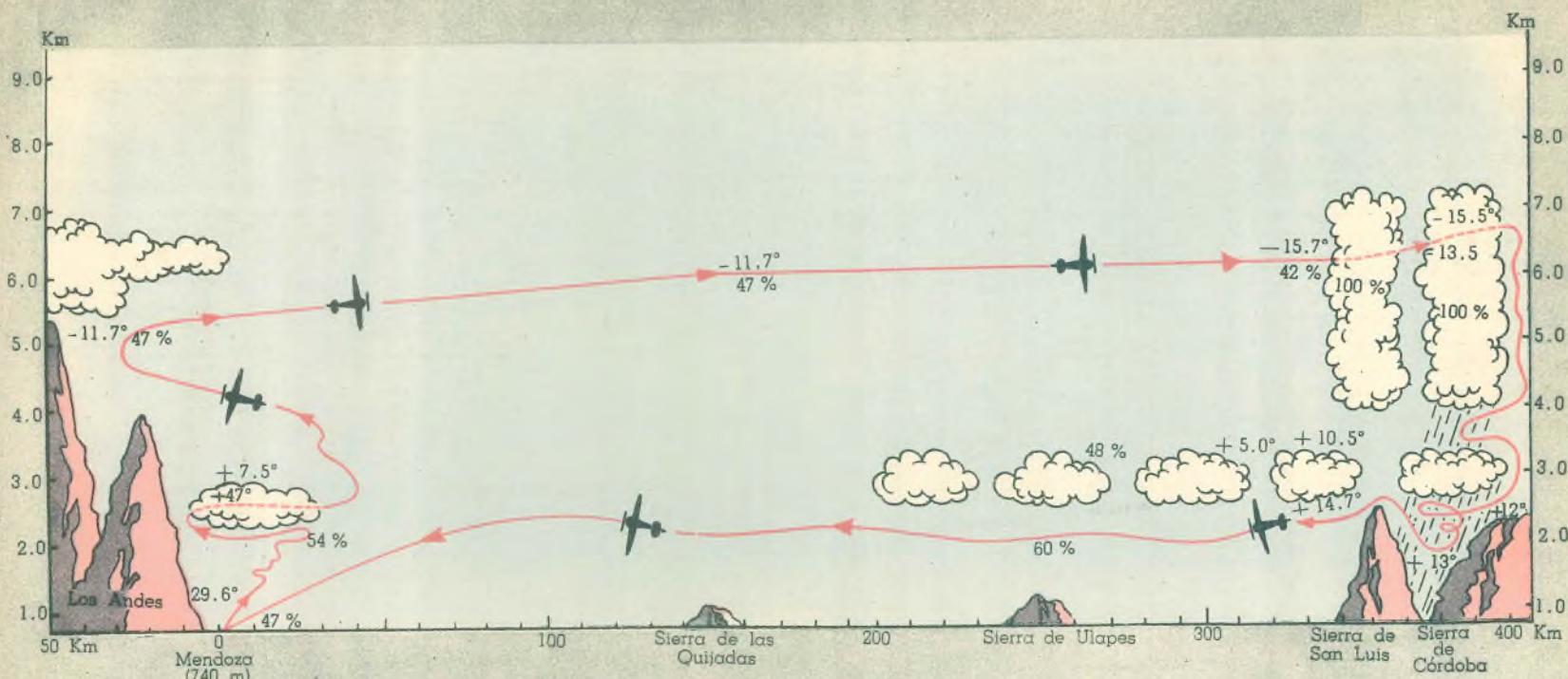


Fig. 10. VUELO DE EXPERIMENTACION DEL 28 DE DICIEMBRE DE 1950

13<sup>00</sup> — 17<sup>00</sup>

las nubes. Las nubes que se disipan — vale decir que se secan — se congelan. Si una nube alcanza una inversión de temperatura en la altura, se seca y se congela, pues los núcleos recuperan su actividad al margen de las gotitas que van secándose.

Pasamos a continuación a comentar los experimentos de otro autor. La Fig. 4, según M. Cwilong, muestra cristales de hielo originados en una plancha de aluminio a temperaturas de  $-58^{\circ}\text{C}$ , mediante una capa delgada de agua en sobrefusión. Alrededor de los cristales de hielo se formó un espacio libre de agua (las manchas negras de la Fig. 4). Se distingue claramente que los cristales de hielo han llevado a la evaporación al agua circundante, debido a su presión de saturación inferior. Puede observarse el proceso de sublimación secundaria que origina el crecimiento de los cristales.

V. J. Schaeffer ha realizado muy buenos experimentos para ilustrar la eficacia de ácido carbónico sólido o hielo seco como núcleos de congelación. En la Fig. 5 vemos partículas de hielo seco que caen en la niebla en sobrefusión dentro de una cámara de refrigeración. La fotografía de la Fig. 6, tomada algunos minutos después, representa la transición de las gotas de agua en sobrefusión en innumerables cristales de hielo bajo la influencia del hielo seco. Contemplamos, pues, exactamente el proceso que se desarrolla en una nube con gotas de agua en sobrefusión, sobre la cual se dispersan partículas de hielo seco.

Por consiguiente, los experimentos hechos en laboratorio ofrecen los siguientes resultados importantes para la provisión de lluvia artificial:

a) Los núcleos de congelación son eficaces en determinadas temperaturas. Las temperaturas de  $-12^{\circ}\text{C}$  y  $-20^{\circ}\text{C}$  representan la eficacia máxima de los núcleos de congelación.

- b) En una mezcla de gotas de agua en sobrefusión y cristales de hielo, los cristales de hielo crecen a costa de las gotas de agua.
- c) Hielo seco pulverizado. Suministra núcleos de congelación eficaces.

#### LOS PRIMEROS RESULTADOS DE LAS EXPERIMENTACIONES EN LA ATMOSFERA LIBRE

Durante una expedición científica al desierto de Libia, en marzo de 1939, el autor hizo las siguientes observaciones:

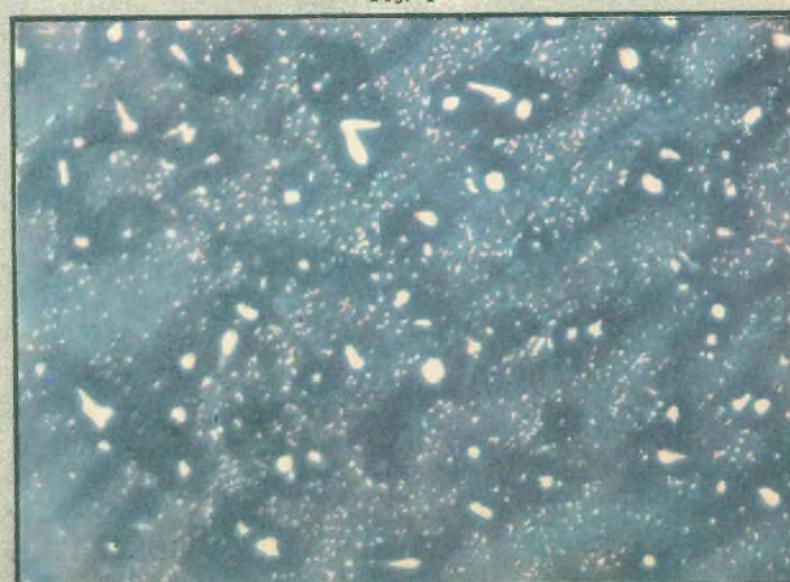
Desde formaciones de nubes cirros a gran altura (8 Km.) cayeron cristales de hielo en una capa más baja, causando ahí la formación espontánea de una nueva capa de nubes. Es probable que los cristales de hielo cayeron en una capa sobresaturada de hielo, donde —en forma de núcleos— provocaron esa nueva formación.

Esta observación dió la iniciativa para la continuación de los experimentos, y se empleó para ello por primera vez un avión en el invierno de 1939/1940. Los aviones a motor producen, a grandes alturas, con temperaturas bajas (aproximadamente  $-45^{\circ}\text{C}$ ), largos filamentos de condensación. Estos filamentos deben atribuirse a que mediante el escape de gas del motor se cede vapor de agua a la atmósfera. Este vapor de agua aumenta la humedad existente en el aire, llevando al punto de saturación de vapor de agua un vo-

lumen limitado del aire detrás del avión. Estos filamentos de condensación suministraron un excelente medio para las investigaciones en el vuelo. Se pudo observar que los filamentos estaban constituidos primero por gotitas de agua ( $\text{temperatura } -45^{\circ}\text{C}$ ) y se congelaron en cristales de hielo sólo después de varios minutos. Durante estos experimentos se comprobó que los filamentos de condensación dieron lugar a la caída de nieve algún tiempo después de su formación. Estas rayas de nieve se desplegaron en una gran extensión, de modo que el cielo, antes despejado, se cubrió de una delgada capa de nubes de cirros. La nieve no alcanzó el suelo, evaporizándose en capas del aire más bajas. La Fig. 7 representa este experimento, que fué el primer caso de nieve artificial que pudo ser observado, producido sólo por el efecto de escape de gas de un avión.

También se observaron procesos de disipación artificial de niebla en el Instituto

Fig. 4



de Investigaciones del autor en el invierno de 1944/1945. Niebla espesa que cubría el campo de aviación del instituto por la mañana temprano, a una temperatura de  $-12^{\circ}\text{C}$ , comenzó a transformarse en nieve al encenderse las estufas en los alojamientos de dicha campo. Cayeron estrellitas y bolitas de nieve irregularmente, en forma más densa en los sitios donde el humo de las estufas penetró en la niebla. La niebla iba dispersándose más y más hasta tanto se pudo ver el cielo despejado. Evidentemente, el humo contenía núcleos de congelación activos, que produjeron la congelación de las gotitas de niebla en sobre fusión. Este fenómeno se observó algunas veces, especialmente a temperaturas de

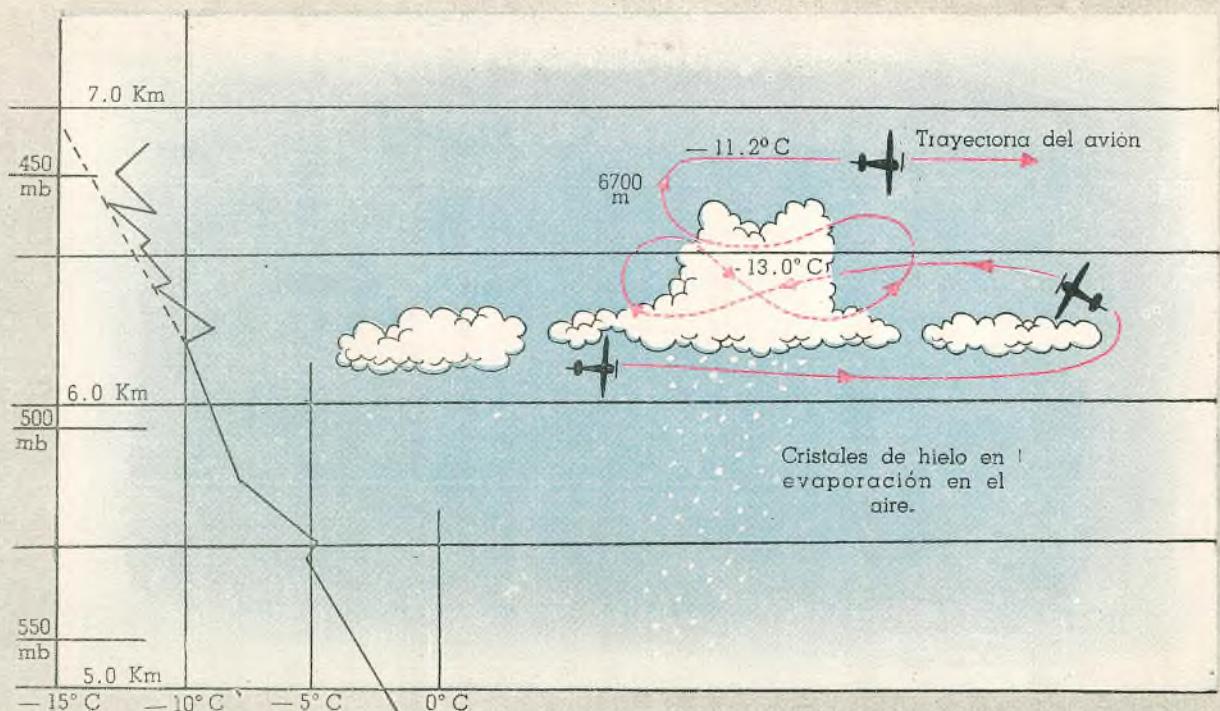


Fig. 9. DISOLUCION ARTIFICIAL DE NUBES ALTOCUMULUS

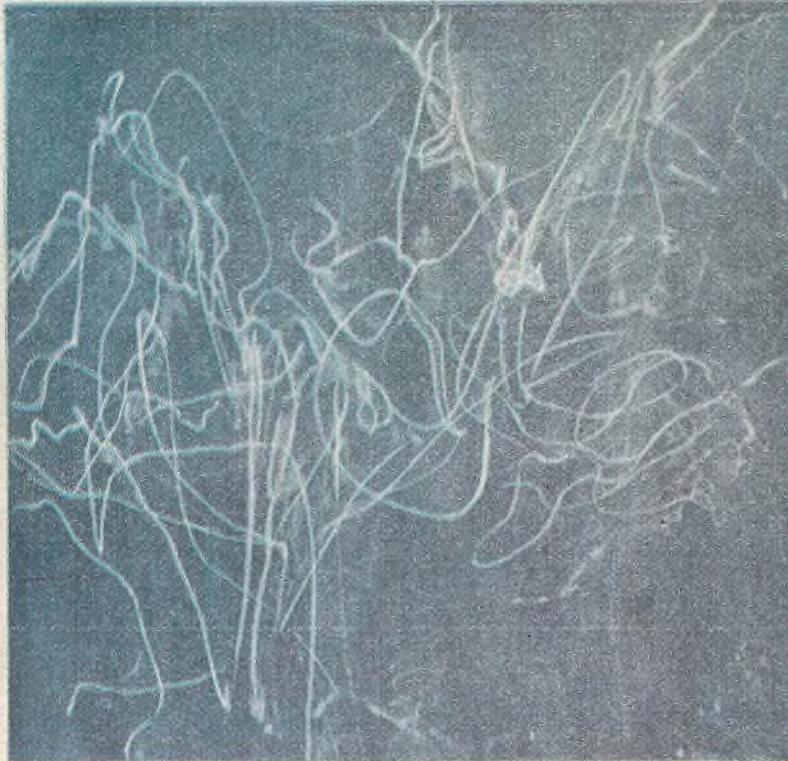


Fig. 5. Experimentaciones de Schäffer en una cámara frigorífica sobre la actividad del hielo seco para la formación de cristales de hielo. Partículas de hielo seco cayendo en vapor de agua a temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Fig. 6. Esta fotografía de las experimentaciones de Schäffer ha sido obtenida cinco minutos después de la figura precedente. Advierte el lector los cristales de hielo formados por el hielo seco, según la referencia de la nota.

Fig. 7. El doctor Walter Georgii hace referencia, en su interesante trabajo, al filamento de condensación detrás de un avión y producción artificial de cristales de hielo. La fotografía confirma el aserto de la ciencia.

$-10^{\circ}\text{C}$  hasta  $-15^{\circ}\text{C}$ . Los cristales de hielo así formados en la niebla crecen rápidamente, debido a la difusión del vapor de agua sobre los cristales de hielo. Los cristales de hielo secan así el aire ambiente y disipan la niebla juntamente con la nieve que cae.

Estas experimentaciones y observaciones primeras en el aire libre sobre la actividad de los núcleos de congelación dan prueba que las experiencias del laboratorio pueden aplicarse para la influencia artificial de las precipitaciones naturales.

#### PROVOCACION DE LLUVIA ARTIFICIAL

Para entender la provocación de lluvia artificial se necesita conocer el proceso general de la formación de lluvia natural. Para la formación de lluvia normal vale la teoría de Tor Bergeron, de que la lluvia que llega a la tierra se forma pasando a través de la fase de hielo, siendo el producto de la fusión de la nieve. De esto se deduce una importante consecuencia: las nubes que contienen



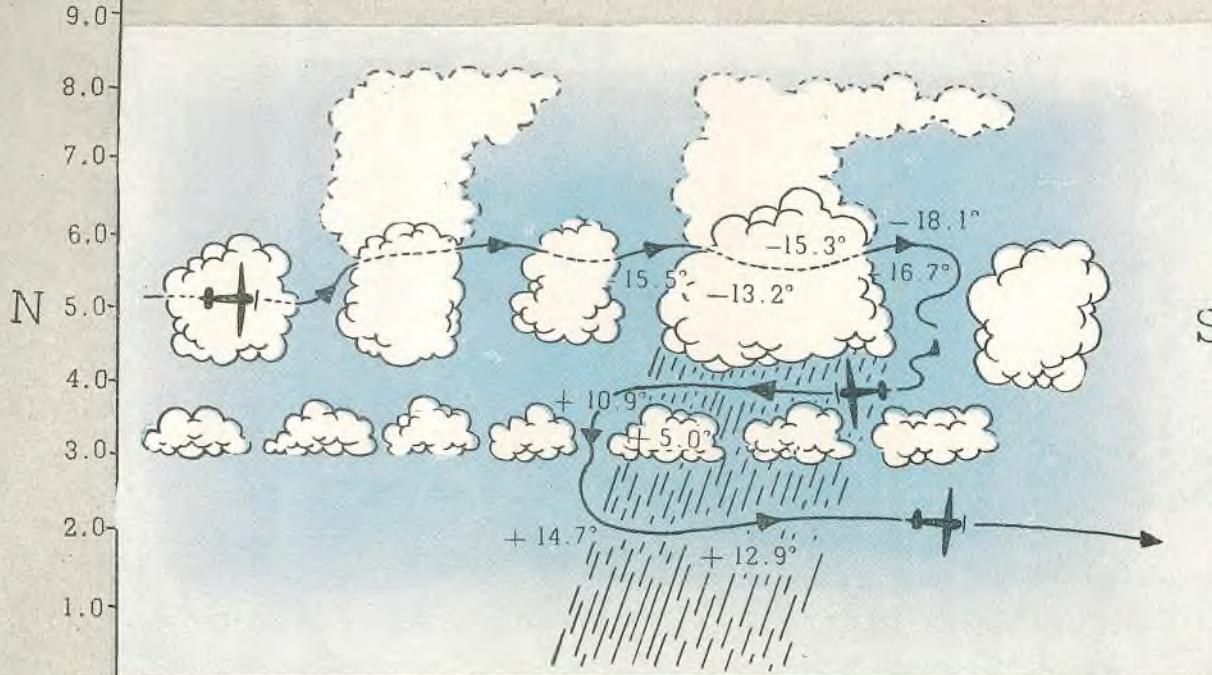


Fig. 11. VUELO DE EXPERIMENTACION DEL 28 DE DICIEMBRE DE 1950

Vista del Oeste.

(Las líneas punteadas indican el crecimiento de las nubes después de la experimentación.)

exclusivamente gotas de agua, aun en el caso de sobrefusión fuerte, no pueden producir lluvia. El espectro de la actividad de núcleos de congelación (Fig. 3) muestra que el proceso de la transformación de las gotitas de agua en cristales de hielo se produce especialmente a temperaturas de  $-12^{\circ}\text{C}$  y  $-20^{\circ}\text{C}$ . Por ello, nubes que no alcanzan estas temperaturas bajas no producen lluvia. Pero las experiencias de laboratorio (Figs. 5 y 6) han dado prueba que sería posible ayudar a la naturaleza para la provocación de lluvia, sembrando núcleos de congelación; por ejemplo, cristales de hielo seco, en la nube, acelerando así la transformación de las gotitas de agua en cristales de nieve y estableciendo las condiciones necesarias para la formación de lluvia.

Estas experimentaciones importantes las realizó por primera vez V. J. Schaeffer en Schenectady, EE.UU., en el mes de noviembre de 1946. Sobre una nube estrato se diseminaron 700 gramos de hielo seco. La nube tenía una temperatura de  $-18,5^{\circ}\text{C}$ . En el término de pocos minutos las gotas de agua en sobrefusión se transformaron en cristales de hielo, que cayeron como nieve durante más de una hora. Otras experimentaciones fueron realizadas en Australia y otros países.

#### LAS EXPERIMENTACIONES SOBRE PROVOCACION DE LLUVIA ARTIFICIAL EN ARGENTINA

En el verano de 1949/1950 el autor comenzó con los experimentos de provación de lluvia artificial en Argentina. Los experimentos fueron hechos tomando por base los siguientes principios (Fig. 8):

- Mediante las mediciones a vuelo se ha comprobado que en la Argentina normalmente ha caído lluvia durante los meses de verano solamente de

nubes que alcanzan una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , o sea a una altura de alrededor de 7 Km. (Fig. 8 A; la forma de la nube se indica con puntos).

b) En muchos casos, empero, los cúmulos en la Argentina no llegan a esa altura, sino que son frenados en una inversión de subsidencia de la temperatura a una altura entre 6 y 7 Km. En el aplastamiento de las nubes en esta capa se activan los núcleos de congelación en evaporación y forman cristales de hielo, que se desprenden y evaporan en la atmósfera libre, sin causar efecto alguno (Fig. 8B). Seemantes nubes, que, no obstante su extensión vertical de más de 4 a 6 Km., no producen lluvia natural, son las que mejor se prestan para los experimentos de provocación de lluvia artificial.

c) Contrariamente a experimentos parecidos realizados en otros países donde fué dispersado el hielo seco encima de las nubes, el autor prefirió dispersar el hielo seco dentro de la nube, y ello por las siguientes razones:

Dentro de la nube, el hielo seco bien pulverizado puede ser soplado directamente sobre las partículas de las nubes desde tubos con ácido carbónico líquido. En esta forma fueron dispersados en cada experimento unos 100 g., seg de hielo seco.

Durante el vuelo dentro de la nube puede escogerse precisamente la capa con una temperatura de  $-12^{\circ}\text{C}$ , es decir, aquella en la cual se encuentra la capa del máximo de la diferencia de presión de la saturación por encima del agua y del hielo, obteniéndose así un rápido crecimiento de los cristales de hielo ya formados.

Durante la dispersión del hielo seco el avión pasa a través de la capa de movimiento vertical máximo del aire de la

nube. Con ello se obtiene la dispersión por una amplia extensión de los cristales formados en la nube, teniendo, por consecuencia, la reacción en cadena para la producción de innumerables cristales de hielo (Fig. 8C). Al tener en cuenta así las condiciones físicas más favorables para la experimentación, puede esperarse un efecto rápido y eficaz.

#### RESULTADOS DE LOS VUELOS DE EXPERIMENTACION CIENTIFICA

El autor llevó a cabo en total diez vuelos de experimentación en el Instituto Aerotécnico de Córdoba y la Base Aérea Militar Plumerillo, en Mendoza. Los vuelos han conducido a la solución científica de los problemas proyectados, es decir:

a) La disolución artificial de nubes como ensayo preliminar para la disolución artificial de las nieblas invernales, y

b) La provocación de lluvia artificial.

La disolución artificial de una nube se realizó con motivo del vuelo del 21 de enero de 1950 en Córdoba (Fig. 9).

Avión: Calquin 35.

Tripulación: Prof. M. Matties y Prof. doctor W. Georgii.

Altura de vuelo máximo: 6.900 m.

Temperatura:  $-11,2^{\circ}\text{C}$ ; temperatura en la nube:  $-13,0^{\circ}\text{C}$ .

Fué atravesada tres veces una capa de nubes altocúmulos a una altura de 6,2 Km. y de una extensión vertical de 400 m., sembrando hielo seco. Después de la tercera travesía la capa de nubes estaba completamente disuelta. Se observó que la nube se desintegró en innumerables cristales de hielo, que cayeron a capas más bajas en forma de nieve, evaporándose en su trayecto.

El mismo experimento puede ser aplicado en invierno, a una temperatura bajo  $0^{\circ}\text{C}$  para la disolución de niebla en capas de aire en las cercanías del suelo.

El vuelo que más éxitos tuvo para la obtención de lluvia artificial fué el realizado el 28 de diciembre de 1950 al norte de San Luis.

Avión: Calquin 49.

Tripulación: Teniente Raúl Botsani y Prof. doctor W. Georgii.

Despegue: 13.15 h. en el aeródromo Plumerillo de Mendoza.

Aterrizaje: 17 h. en el mismo.

Altura máxima: 6,6 Km.

Temperatura mínima en el aire libre:  $-18,3^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura en la nube  $-13,2^{\circ}\text{C}$  a la altura de 6,2 Km. y  $-15,3^{\circ}\text{C}$  a la altura de 6,4 Km.

La Fig. 10 muestra el recorrido de este extenso vuelo.

No habiendo hallado sobre Mendoza

nubes apropiadas durante este vuelo, y no habiendo sido posible entrar en las regiones sobre la Cordillera debido a la fuerte rafagosidad y la invisibilidad de las cumbres entre nubes, se tomó dirección al Este, donde había nubes cúmulos favorables al propósito. Una vez alcanzadas éstas, que estaban dispuestas en línea Norte al Sur, con distancias entre sí de unos 500 m., y a altura poco más o menos pareja de 4,0 hasta 7,0 Km. se entró a uno de los cúmulos. Lógicamente, todas las nubes carecían de lluvia. La vista desde el Oeste de la situación de las nubes y del recorrido del vuelo está representada en la Fig. 11. La nube en cuestión fué atravesada en dirección NO a SE, a una altura de 6.250 - 6.450 m. Se sembró en ella todo el hielo seco disponible, o sea 50 Kg. Al entrar y salir de la nube, el piloto debió maniobrar intensamente contra las fuertes ráfagas. En el centro de la nube fué observada poca rafagosidad. Las ventanas de la cabina del avión se cubrieron completamente con una capa de hielo. Después de haber utilizado todo el hielo disponible se bajó desde 6,5 Km. hasta 1,9 Km. de altura, a fin de poder observar el efecto del experimento debajo mismo de la nube inyectada.

La tripulación del avión observó primero algunas gotas de lluvia, que fueron aumentando más y más hasta convertirse en un verdadero chaparrón, cuyas gotas penetraron por las pequeñas rendijas del avión. El avión pasó del NO al SE por entre el chaparrón de la lluvia en toda su extensión, que era de 2 a 3 Km. La temperatura marcaba +12,8°C a 1,9 Km. de altura en la región de la lluvia, y de +14,8°C en el circundante aire seco. La experimentación se realizó a unos 30 Km. al NNE de la sierra de San Luis, sobre la parte Oeste de la sierra de Córdoba.

Este vuelo ha dado una prueba exacta e indubitable de la posibilidad de provocación artificial de lluvia.

#### DEDUCCIONES

La experimentación de la provocación artificial de lluvia no significa sensación alguna para la ciencia, sino que constituye la solución de un problema científico. Además, para la aplicación práctica se requiere un criterio objetivo y libre de sensaciones. Las exposiciones que anteceden han dado una explicación detallada de las condiciones necesarias que requiere la aplicación práctica, y ellas, en resumen, son:

- a) La existencia de nubes cúmulos con una extensión vertical de unos 4,0 a 6,0 Km.
- b) La temperatura de esta nube deberá ser de unos -15°C en su punto más alto (6,0).
- c) Las nubes deberán ser aún activas y no encontrarse en estado periodo de disolución descomposición.

Estas condiciones son aplicables al

verano argentino. Con respecto al invierno aun no se han hecho experimentos.

Existen, no obstante, mucha probabilidad de que en nubes estratificadas vernales, a una altura entre 2,0 y 3,0 Km., puede ya provocarse lluvia artificial que llegue hasta el suelo.

Todo meteorólogo sabe cuán difícil es el pronóstico de lluvia en este país, pues depende de las particularidades de los cúmulos en Argentina, que en muchos casos, no obstante su extraordinaria ex-

tensión hacia la altura, no alcanzan la temperatura de la congelación natural de -20°C, y que, por consiguiente, no poseen las condiciones para producir lluvia natural.

Todo lo expuesto lleva a la conclusión de ser teórica y experimentalmente factible la provocación artificial de la lluvia. La investigación ha entrado a considerar actualmente los diversos aspectos prácticos y económicos que el problema presenta.

#### LOS SOLES ARTIFICIALES

**N**UEVOS éxitos se han obtenido en los estudios tendientes a liberar al agricultor de los caprichos de la naturaleza. Así lo revela una autoridad en iluminación rural; este hombre de ciencia, el ingeniero Joe P. Ditchman, ha informado que la energía radiante obtenida con nuevas lámparas, y aplicada según nuevos métodos, posibilita el crecimiento de plantas y animales sin necesidad de luz solar. Esas lámparas son verdaderos "soles artificiales", que incluyen una amplia variedad de fuentes lumínicas incandescentes y fluorescentes. Pueden utilizarse combinadas o adicionadas a la luz natural, y es posible lograr el desarrollo vegetal en el subsuelo, en un medio de luz, humedad, temperatura y aire artificialmente creados.

Los botánicos ocupados en estos estudios, que aproximan poco a poco la ciencia a la solución del enigma del crecimiento vegetal, sostienen nuevos conceptos que otorgan importancia menor a la intensidad de la iluminación como factor de desarrollo y fructificación de las plantas. Destacan, principalmente, "la influencia de sucesivas ocurrencias rítmicas de períodos de luz y oscuridad" y la importancia de su duración.

Al citar algunos ejemplos del papel que juega la iluminación en la agricultura, expresó Ditchman que mediante el racionamiento de luz es posible cultivar cebollas de semilla a

semilla, sin la formación de bulbos, y controlar el sexo del cáñamo, así como el monto y la calidad de su fibra.

Agregó que el cultivo de estacas de plantas ha sido realizado con pleno éxito en lugares cerrados y sin ventanales, bajo la iluminación de lámparas fluorescentes.

En el campo animal se ha comprobado que reduciendo los períodos de luz a que son expuestos los visones, es posible obtener pieles de primera calidad, de tipo invernal, en pleno verano, y que determinadas variaciones de la luz diurna ejercen marcada influencia en la fertilidad de los animales productores de leche. Los órganos de reproducción de las gallinas son estimulados por la luz, y a mayor duración de sus períodos, son mayores la producción de huevos, el apetito y la sed, motivo por el cual el agricultor ama la luz solar.

#### HACIA LA LIBERACION DEL AGRICULTOR



# EL MUNDO DE LOS ATOMOS

L

OS átomos son las fuentes que contienen y suministran los incesantes caudales de la energía que el mundo necesita para subsistir y la humanidad entera para progresar. El mayor o menor desarrollo material de un pueblo depende, en efecto, del sabio empleo y consumo que el hombre haga de ese concentrado e inagotable manantial de riqueza natural.

La energía que los átomos nos suministran en forma de petróleo, carbón o nafta mueve los engranajes del renglón industrial; los campos deben su fertilidad a la energía envasada y distribuida magnánimamente por el sol; los alimentos y vestidos dependen, en última instancia, del resultado de las combinaciones espontáneas o provocadas con esos minúsculos elementos; las comodidades, las condiciones de la mutua convivencia, del bienestar social y del costo de la vida constituyen una expresión más del recto e inteligente uso que se haga del proceso atómico. Los ferrocarriles, el teléfono, la electricidad, la radio, la televisión, el cine, omitiendo mil otras manifestaciones del progreso moderno, son sin duda factores del adelanto de la civilización de un pueblo, pero fruto al fin de las encuestas científicas de hombres que han dedicado su actividad intelectual a descubrir la manera de aprovechar las energías que encierran los átomos o de transformarlas en otras que sean beneficiosas a la humanidad.

Los átomos, pues, y las energías almacenadas en los mismos no están destinados primordialmente a la obtención de la bomba atómica.

El decreto del Poder Ejecutivo por el cual creó la Comisión Nacional de la Energía Atómica así lo entendió; pensar de otra manera, delataría no haber superado el prejuicio inicial pragmatista de las realizaciones inmediatas. Bien dice Russell que "el sentido práctico es inevitablemente de corto alcance, y lo traba el hecho de que, al perseguir un objetivo único, puede no advertir muchos ricos filones que la naturaleza ofrece a los que investigan todo cuanto se cruza en el camino".

Por eso la C. N. E. A. era una necesidad nacional; así entendida por el jefe de un Estado que estudia las posibilidades de la riqueza nacional para volcarlas en beneficio de sus ciudadanos, se adelanta y supera a otros regímenes, imprimiéndole el sello inconfundible de sus obras: la energía al servicio de la justicia y de la paz, y no del belicismo, que provoca recelos y malestar entre los pueblos.

El estudio y control de la energía, como riqueza nacional, no sólo pertenecen al físico y al químico, sino también al matemático, al astrónomo, al biólogo, al geólogo y a todo aquél, incluso al filósofo, que estudie los constitutivos y estructuración íntima de las partículas que la humanidad necesita para elevar un nivel de vida, que, de hecho, sólo tiene lugar toda vez que los hombres destinan a un fin superior los adelantos técnicos basados en conquistas científicas.

No sería, pues, aventurado opinar que la C. N. E. A. debería nuclear en su seno todo lo que tiene de más representativo el país en lo que atañe a ciencias e investigaciones: ello posibilitaría la coordinación racional de todos los elementos materiales y humanos empeñados en encauzar hacia un destino feliz cualquier manifestación energética que exista en la tierra, en el aire o en el mar.

En este orden de ideas cabe una segunda reflexión, y es acerca de este alto exponente de la vida cultural del país cual es MUNDO ATOMICO.

De acuerdo con lo expresado al iniciar estas líneas, MUNDO ATOMICO no es una revista dedicada exclusivamente a tratar cuestiones relativas a la desintegración atómica, pues ello implicaría desentenderse del panorama general de las ciencias y sus aplicaciones, que es lo que precisamente interesa a la cultura de un pueblo ávido de querer ilustrarse y conocer las realizaciones argentinas. Por eso, es una revista de cultura general, en la que se da cabida a toda expresión material o artística, siempre científica, de aquellas conquistas en las que la naturaleza o el hombre logran conjugar los átomos en acción.

Por lo demás, MUNDO ATOMICO, contra lo que muchos creen, no es el órgano de publicidad de la C. N. E. A. Esta publicación, nacida en momentos de indiscutible renovación nacional, debía llenar el claro que ella justamente ocupa.

**U**NA vastísima extensión helada, continental y marítima, situada en la zona hiperaustral de nuestro planeta y circundando al polo Sur recibe la denominación de Antártida.

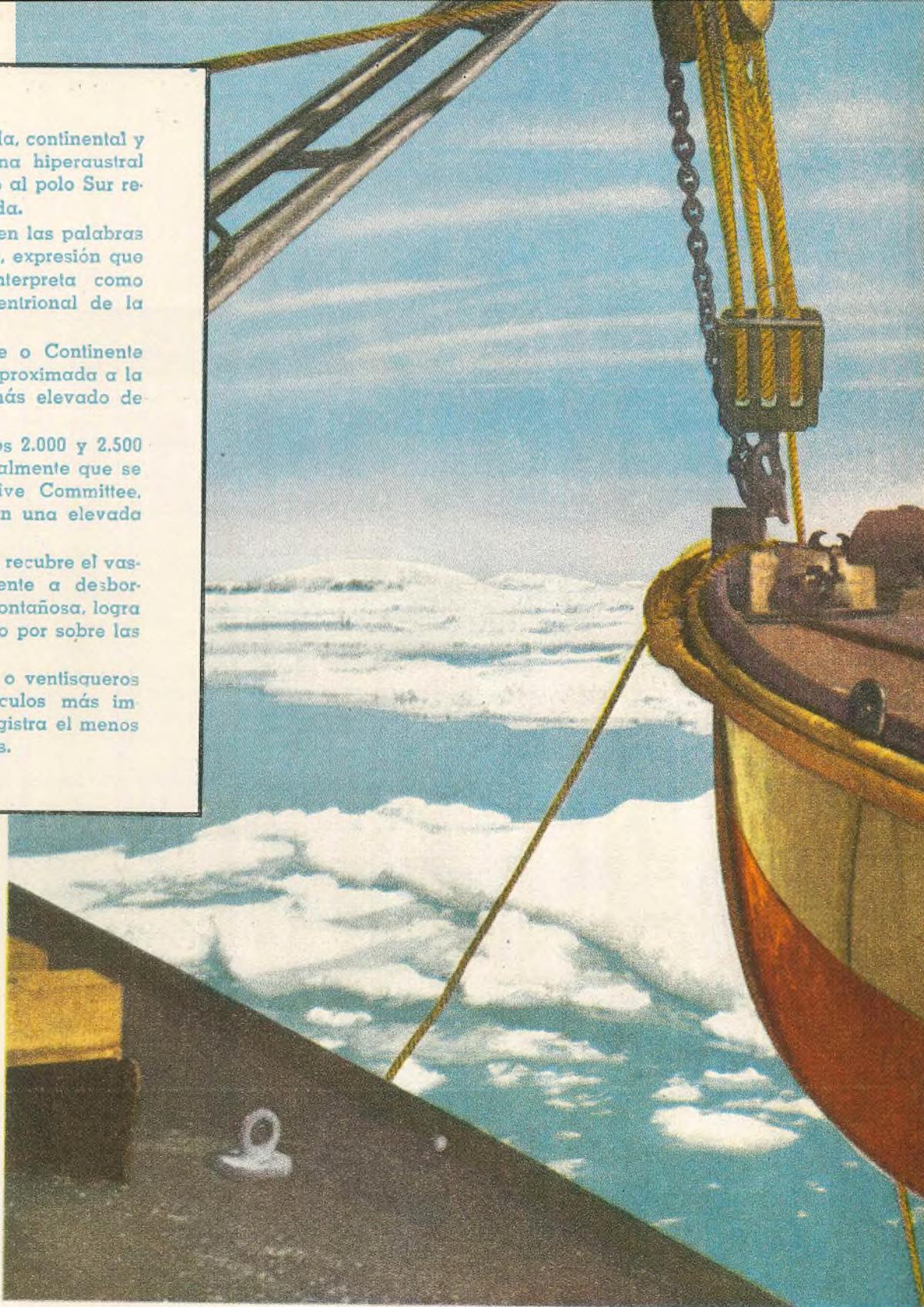
Su toponimia encuentra raíces en las palabras griegas anti-opuesto y arktoS-OsO, expresión que en el sentido geográfico se interpreta como "opuesto a la constelación septentrional de la Osa Mayor".

La Antártida, Sexto Continente o Continente Blanco, con una superficie muy aproximada a la de la América del Sur, es el más elevado de los continentes.

Su altura media oscila entre los 2.000 y 2.500 metros y la máxima se cree actualmente que se encuentra en la cadena Executive Committee, al N. de la Tierra Marie Byrd, en una elevada montaña de 18.000 pies.

El inmenso casquete helado que recubre el vasto continente tiende constantemente a desbordarse, y aun cuando la costa es montañosa, logra abrirse paso por las depresiones o por sobre las mismas elevaciones.

Estos maravillosos ríos helados o ventisqueros constituyen uno de los espectáculos más impresionantes y estupendos que registra el menos conocido de todos los continentes.



# Glaciología Antártica

Por NESTOR O. GIANOLINI

## LOS GLACIARES EN LA ANTARTIDA

Es indudable que los primeros trabajos de carácter científico sólo comienzan con la invernada de Adrien de Guerlache, comandante del Bélgica —1897-1899—, y en lo que atañe a la labor geoglaciológica, es precisamente al geólogo ruso Arctowsky —miembro de dicha expedición— a quien debemos las primeras observaciones serias sobre los hielos antárticos.

A pesar de haber transcurrido muchos años de la era heroica de las grandes aventuras y descubrimientos, actualmente siguen cobrando gran firmeza los estudios de algunos sabios que visitaron aquellas desoladas latitudes con pocos recursos e igno-

rando en absoluto el moderno instrumental que posee el cientifismo actual.

Cuando nos referimos a estudios glaciológicos antárticos, es bien raro no tener que recurrir a cada momento a los extraordinarios trabajos realizados por Otto Nordenskjold y Johan Gummar Anderson, miembros de la expedición sueca que inviernó en Snow-Hill, en 1901-1903.

## D I V E R S O S T I P O S D E G L A C I A R E S

Recorriendo la zona occidental de la Tierra de Graham, atrae inmediatamente la atención la formación de una barrera helada a lo largo de la costa; su altura oscila entre los 20 y 50 m. Resaltan claramente las bandas estratificadas de hielo firme que representan las capas anuales de hielo y que se distinguen entre sí por las distintas tonalidades.

La zona terminal inferior posee por lo general una ligerísima coloración celeste debida a la cantidad de burbujas de aire incluido que por fenomenología de reflexión y refracción de la luz dan lugar a esa coloración.

En estas murallas se observa muy a menudo grietas verticales que se van agrandando paulatinamente con los pequeños desmoronamientos, que en la

Bien que en la realidad actual la glaciaciación antártica parece poseer caracteres extraordinarios, es dable imaginar que durante la glaciaciación cuaternaria tuvo que alcanzar proporciones insospechadas.

No resulta, pues, equivocada la afirmación de que el hoy bien conocido estrecho de Guerlache ha estado totalmente ocupado por el hielo, llegando esta capa

a poseer un espesor algo superior a los 2.000 pies.

A lo largo de la denominada Costa de Danco —antártida occidental— se observa con relativa facilidad y por encima del actual límite del hielo (de 200 a 300 m.), las estrías y el característico pulido glacial que diagnostican una mayor anterior glaciaciación.

gran mayoría de los casos se originan muy pocos metros por sobre el nivel del mar, llegando a socavar especies de cuevas; cuando el hielo que forma el puente vence la resistencia, se notan grandes desprendimientos de trozos de hielo (escombros).

Este tipo de glaciar formado in situ —por precipitación directa, por descargas de los heleros, por transportes eólicos de nieve, etc.— recibe el nombre de **glaciar de pie de hielo**.

**SHELF-ICE.** O sea hielo permanentemente unido a la tierra y cuyo génesis tiene lugar in situ. Puede flotar sobre el mar o descansar en las partes poco profundas de la costa.

Primitivamente el Shelf-ice era conoci-

do como hielo de barrera, pero luego se reservó esta denominación para el hielo que ocupa el fondo de la entrada del mar de Ross; hielo que alcanza un espesor de algunos centenares de metros y es semi-flotante en muchos puntos. Su frente constituye la gran barrera de Ross, acantilado vertical que avanza, según las deducciones de Byrd, cuatro o cinco metros diarios, y que desprende periódicamente los enormes témpanos tabulares. Cuando nace un iceberg o se desprenden pequeños trozos de hielo de un ventisquero o desde el mismo shelf-ice, se emplea entonces la palabra "alumbramiento". Reservándose el de "Tide-Cruck" para señalar la zona de hielo resquebrajada por el movimiento del mismo, debido a la acción de las mareas a lo largo de la extensión helada.

"Pack" liviano y abierto. En las islas del segundo plano se observa el "hielo de cúpula".



**GLACIAR DE CUPULA.** Es así llamado el glaciar que cubre pequeñas islas de poca altura y cuyo punto más elevado se ubica generalmente en la parte central de cada isla; normalmente el relieve es por lo general suavemente ondulado y uniforme, explicación lógica pues ha sido formado por repetidas acumulaciones de nieve, transformadas en nieve, y posterior y definitivamente en hielo, cubriendo el paisaje primitivo.

Casi toda la glaciación del grupo de las islas Wowerman pertenece a este tipo.

**EL ISLANDEIS.** Por "hielo continental" o "islandeis" se entiende una poderosa corriente de hielo, dotada de un movimiento regular y uniforme e insensible a los accidentes topográficos de la zona. Se trata de una capa dominante en la región geográfica, y en consecuencia su alimentación es debida exclusivamente a las precipitaciones níveas que de la atmósfera recibe.

La superficie del continente antártico está recubierta casi por completo de hielo continental, por eso los afloramientos rocosos pueden observarse en determinados lugares, esencialmente periféricos o sobre el mismo "plateau", en montañas que emergen del mismo, pero cuyos paredones fuertemente inclinados no permiten que la nieve ni el hielo puedan adherirse.

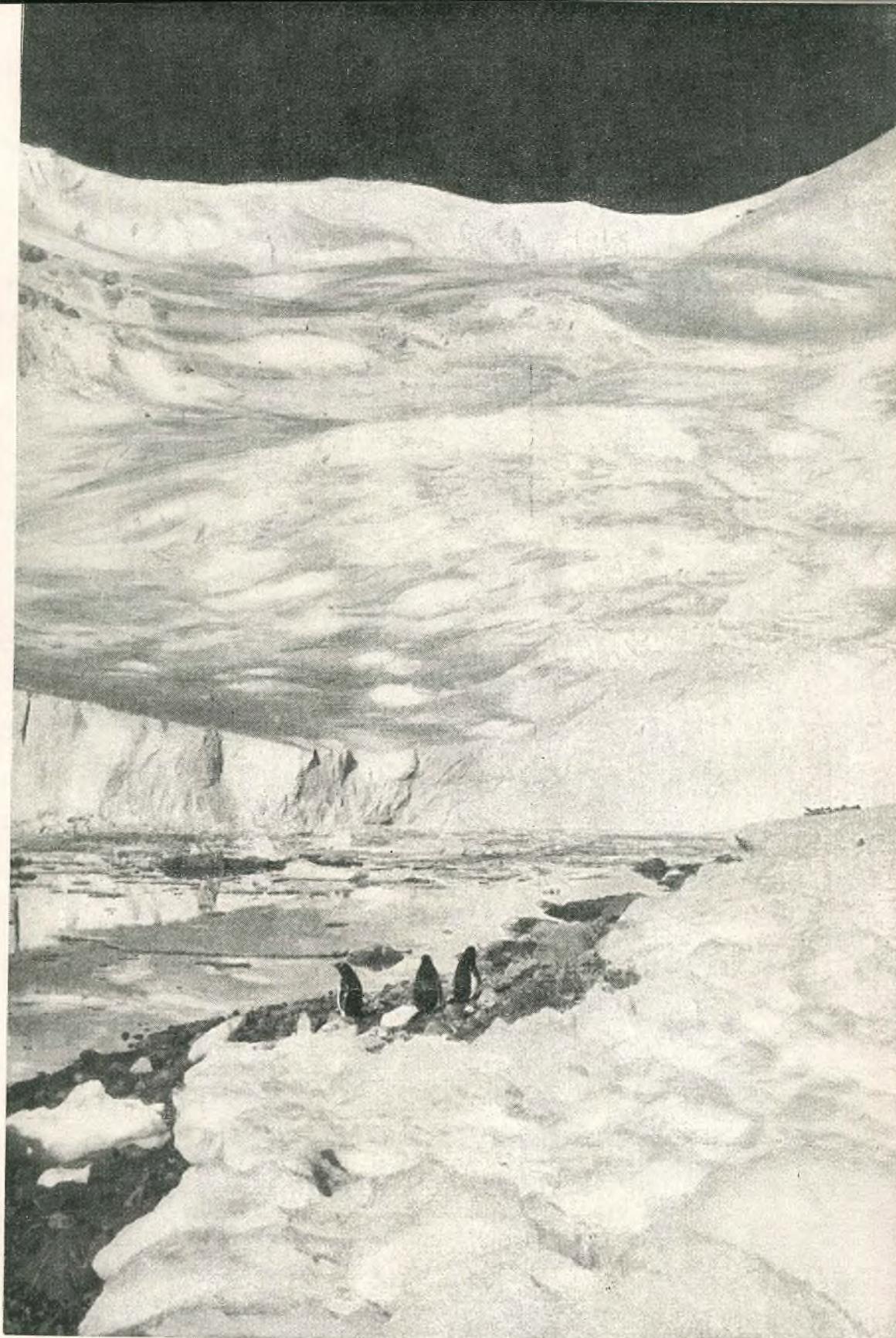
**LOS GRANDES GLACIARES DE LA ANTARTIDA.** De la extensa meseta polar se desprenden enormes ventisqueros. De todos ellos el Beardmore y el Liv pasaban por ser los mayores del mundo, el primero con una extensión de 100 millas y un ancho de 14. En su vuelo hacia el polo Sur Byrd siguió un ventisquero nuevo, el Wade, que poseía 14 millas de ancho, y retornó luego por el ya conocido de Beardmore. Sobre la costa oeste del mar de Ross, quizás en la entrada de Shackleton, Hawkes, de la misma expedición, reconoció un ventisquero al que el propio almirante Byrd cree mayor aún que el Beardmore, con una extensión de 80 millas de largo desde la meseta de 3.000 m.

En otro vuelo Byrd siguió un ventisquero desconocido en el borde oriental del mar de Ross. Sus proporciones eran también enormes, pero su declive suave y regular.

En la costa Wilkes, desprovista de montañas, se reconoció un ventisquero comparable por sus dimensiones al de Beardmore, y en el fondo del mar de Weddell el alemán Fichner vió hace ya muchos años uno prodigioso, sin alcanzar a advertir montañas.

Anteriormente a las dos últimas expediciones de Richard E. Byrd, el espesor de hielo en las islas, en el continente o en los propios ventisqueros se calculaba aproximadamente y en muchos lugares en base sólo a una suposición personal.

El empleo de la sonda ecoica portátil o el de un sismógrafo registrador de explosiones de dinamita colocadas a dis-



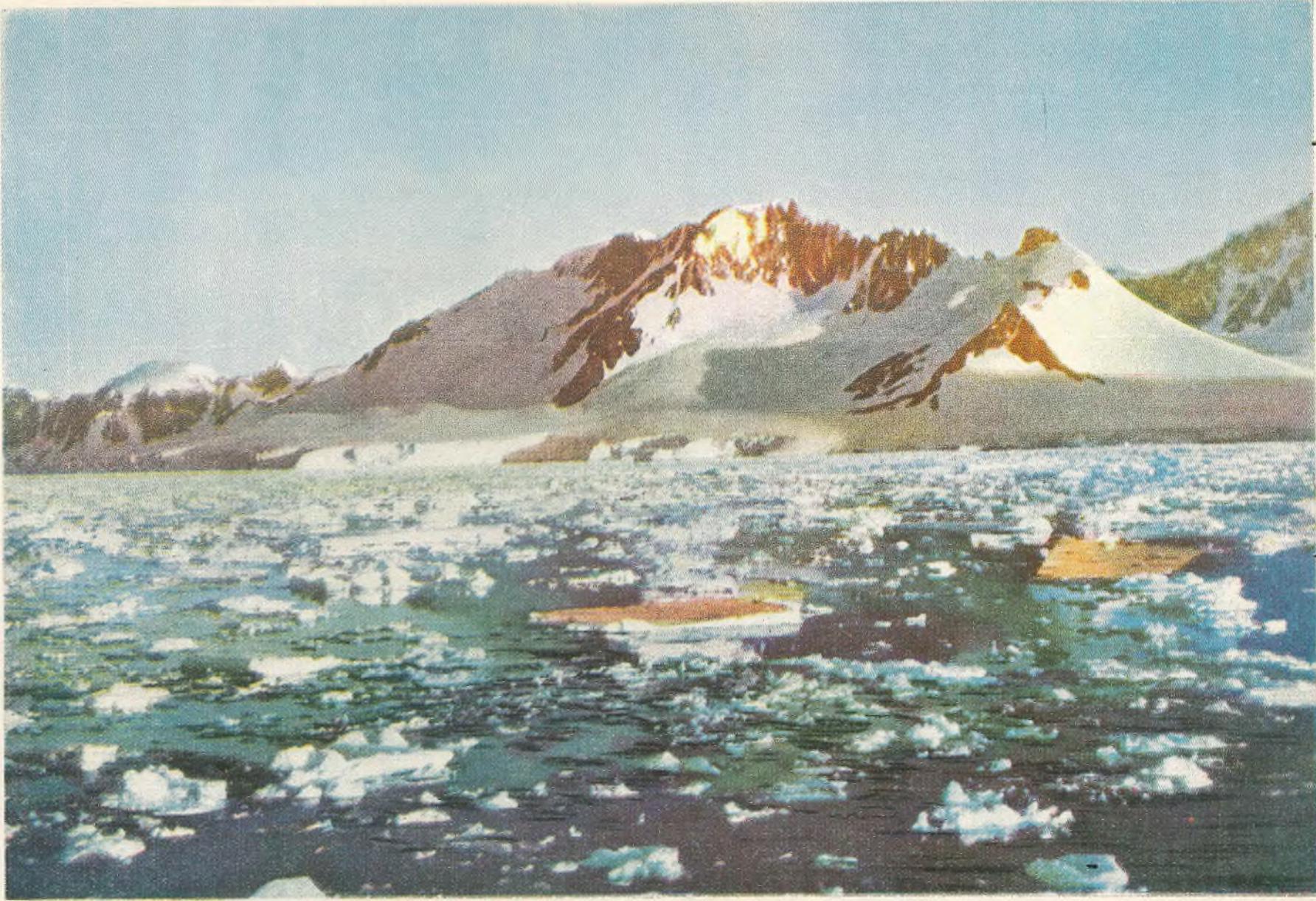
Glaciar de "pie de hielo"; la altura de la barrera frontal es de unos 30 metros.

tintas distancias y profundidades, permiten en la actualidad calcular exactamente el espesor de las capas de hielo y por ende conocer con bastante aproximación el relieve continental.

**EL HIELO DE MAR.** Navegando a fines del año 1949 por el impropiamente denominado estrecho o mar de Drake, se vió en el horizonte un extraño reflejo, al que uno de los veteranos de la antártida denominó inmediatamente: ICE BLIND.

El "ice blind" es el delator lejano del "pack", o hielo formado en el mar.

Efectivamente, horas después navegábamos lentamente entre témpanos de distintos tamaños y formas. Ora pequeños, ora extensos, debiendo la proa hendir con fuerza para apartarlos o partirlas. Se trataba de un "pack" cerrado de distinta morfología geométrica, a veces trozos aplazados, otrora cuboides o amorfos, pero en general de sección horizontal, que se aproximaban a la forma



"Hielo de escombro" en el mar.

cuadrangular, y ostentaban en oportunidades superficies blancas con bases amarillentas o viceversa.

Para la mencionada coloración amarillenta oí repetidas veces la expresión "hielo podrido". Todas las hipótesis para justificar el color amarillo oscuro fueron desplazadas por el análisis de laboratorio: "Diatomeas".

Se trataba de algas unicelulares, cuya enorme agrupación presta al hielo la coloración típica del género y la especie.

En la glaciología británica se las conoce bajo el nombre de Diatomeas Ice.

Sobre la formación del hielo de mar el doctor José M. Sobral, miembro de la expedición sueca al polo Sur, ha escrito lo siguiente: Del agua de mar en trance de helarse, se forman primero cristales de hielo dulce (de agua dulce), con los ejes ópticos perpendiculares a la superficie de enfriamiento; esto es, verticales. La mezcla de sales que es eliminada durante este proceso de solidificación, que se produce alrededor

de numerosísimos puntos de cristalización, se va concentrando y, por último, cristaliza en una mezcla euteética. Antes de esto último, el hielo de mar en formación es flexible. Esto se concibe fácilmente, porque hay partes sólidas y compo-

nentes en estado líquido. Con un espesor de algunos centímetros ondula ante los movimientos del mar, y al caminar sobre él se recibe la impresión de andar sobre un colchón.

La solidificación es rápida en los comienzos, pero después

de alcanzar unos diez centímetros, el aumento de espesor es lento, debido a que el hielo ya formado actúa como aislante.

Con grandes fríos el mar, antes de helarse, se cubre de una  
(Continúa en la pág. 82)

## LOS ORGANISMOS MICROSCÓPICOS QUE HABITAN EL HIELO

*E*n un desembarco efectuado en una de las islas del grupo de las Wowerman llamó poderosamente la atención del autor la coloración rosa pálida que poseía el hielo en algunos lugares. Excluida la posibilidad de que dicho color fuera producido por los excrementos de los pygoscelis, ya que a veces la coloración se encontraba a una profundidad de más de diez centímetros conservando idénticas características que la de la superficie, sospechó acertadamente que se encontraba en presencia de algas de nieve. En el ventisquero Viedma, en el hielo continental patagónico y en algunos ventisqueros de Bariloche había tenido oportunidad de observar estos seres unicelulares, cuyo representante más común es la *Spharella Nivalis*, cuyo hematocroma, al cual se le asignan extraordinarias defensas contra el frío, le da la coloración característica.

Los ejemplares hallados en el mencionado lugar pertenecen a los géneros *Chlorosarcina*, *Skotella* y *Glycocystis*.

La presencia de algas verdes es mayor que la roja, y se observa fácilmente en casi todos los frentes de glaciares de la tierra de Graham en la zona denominada de Danco.

La conservación la efectuó el autor en una solución de formaldehido al cuatro por ciento, logrando su transporte en excelentes condiciones, pero con el inconveniente de la lógica descoloración.

Durante la expedición del "Pourquoi Pas?", dirigida por Charcot, se ensayaron dos cultivos, uno sódico y otro potásico para la conservación de las algas de hielo, habiéndose obtenido excelentes resultados con las de coloración verde.

# El costo del procedimiento argentino es ínfimo

## Reacciones Termonucleares

(Continuación de la pág. 10)

pueda iniciarse una reacción en cadena."

A continuación el profesor Richter hizo un esquema explicativo, luego de lo cual expresó:

"Aquí un neutrón reacciona sobre el núcleo, este núcleo se fisiona y produce a su vez dos neutrones secundarios. Uno de estos neutrones secundarios alcanza, a su vez, otro núcleo, lo fisiona y se obtienen otros dos electrones secundarios, proceso que se repite con otro neutrón, y así sucesivamente, aumentando así cantidad de neutrones. Esto se denomina también avalancha. Es como la avalancha que se inicia en una montaña, y a medida que cae va arrastrando mayor cantidad de material.

"Suponiendo entonces que tuviéramos un determinado volumen de uranio 235, la avalancha de neutrones puede ser considerada como un efecto de volumen. Los neutrones de la superficie que son radiados

hacia el exterior pueden escapar en cantidad proporcional a la superficie, por lo cual es fácil imaginar que debe existir un volumen determinado, alcanzado el cual la producción de neutrones en el interior es suficientemente intensa como para mantener la reacción aun cuando exista una pérdida de neutrones hacia el exterior.

"Durante la guerra, entonces, se podía obtener una bomba de uranio alcanzando esta cantidad crítica de uranio 235. Es decir, que las plantas de separación de isótopos tienen como misión la de producir uranio 235 lo suficiente para al-

canzar el volumen crítico requerido, con lo cual, técnicamente, no había ninguna otra posibilidad de aplicación que la de destrucción producida por la bomba.

"Pero, simultáneamente, se descubría otra posibilidad, mediante la cual la era atómica iniciaba una etapa de aplicaciones pacíficas alcanzada cuando se pudo hacer la pila de uranio:

"Esta pila de uranio consiste en la agrupación de isótopos naturales de uranio. Se estableció la necesidad de construir una determinada estructura de uranio, de trozos aislados dentro de la pila, separados por una substancia que tenía la particularidad de disminuir la energía de los neutrones secundarios. Este material es de frenamiento, puesto que se había determinado anteriormente que el uranio 238 tenía la particularidad de absorber neutrones en un determinado nivel de energía. Para evitar esto, el moderador, entre los trozos de uranio, debía

disminuir la energía de los neutrones, que se difundían de un trozo de uranio al otro, por debajo de un determinado valor de resonancia.

"Para estas pilas existe también un tamaño crítico y una forma crítica. En ellas se dio también comienzo a una reacción en cadena y entonces ocurrió un gran milagro:

"Se estableció que los neutrones, que en parte eran absorbidos por uranio 238, transformaban al uranio 238 por un proceso radiactivo en un material transuránico, o sea más allá del uranio. Es decir, que se obtenía un elemento que hasta entonces no existió en la Tierra, que es el denominado plutonio, el elemento 94. El uranio 238, al absorber un neutrón, pasa al elemento uranio 239, que, por radioactividad, se transforma luego en neptunio, que es un elemento de peso atómico 239 y número atómico 93, que tiene una vida muy corta y que se transforma, a su vez, por radioactividad, en plutonio, cuya vida media es suficientemente larga como para almacenarlo. Con esto fué factible, entonces, realizar la transmutación, tan buscada por los alquimistas, pero que nunca pudo ser resuelta antes.

"Este proceso hizo factible en Norteamérica la obtención, en magnitudes de kilos, de un elemento obtenido por transmutación, o sea por transformación absoluta del elemento inicial. Recordemos ahora el déficit de masas que se genera en las reacciones nucleares en las pilas al producirse esta transformación de un kilo de uranio en plutonio, en que se libera 1,5 millones de kilovatios por hora, lo cual hace necesaria la instalación en estas pilas de potentes sistemas de refrigeración para evitar la explosión térmica de las mismas.

"Vemos entonces que por este proceso que se desarrolla en la pila, el uranio 238, que no puede reaccionar de por sí, lo puede hacer al haberse transformado en plutonio. Y este plutonio presenta características tan favorables como

El profesor Ronald Richter en su residencia en Huemul, acompañado de su esposa, su bebé y el gato "Ipsilon", mascota del sabio.



# En la Planta Piloto de Bariloche se inició una física

el uranio 235, desde el punto de vista de la reacción en cadena.

"Pero la naturaleza ha hecho una cosa todavía mejor. El plutonio es alfa radiactivo, es decir, emite un núcleo alfa. El plutonio consiste de 239 partículas. Como el núcleo de helio o alfa está compuesto de cuatro partículas, al emitirse una, quedan solamente 235. El plutonio tiene 94 protones, y el núcleo de helio, 2. Es decir, que dentro de la pila y mediante la radioactividad, se genera a partir del plutonio el uranio 235, tan buscado.

"Todo esto lo digo para aclarar que la técnica atómica ha hecho posible cosas que eran imposibles con la química conocida anteriormente. Por ejemplo, el torio, que es más barato que el uranio, fué transformado dentro de la pila, por absorción de neutrones, en el material uranio 233-92, que no existe en la naturaleza.

"Nos encontramos, entonces, ante una zona de reacción que es llenada con un combustible, que funciona con el mismo, y proporciona luego un nuevo combustible, cosa que hace diez años hubiera sido denominada como disparate por un ingeniero. En los Estados Unidos, en los "breeding pile", pueden obtenerse materiales reaccionables, o sea valiosos, a partir de substancias que no reaccionan y por lo tanto, sin valor.

"He explicado esto con tanto detalle para que entiendan bien cuál es el papel del uranio.

"Toda esta técnica de la energía atómica, es decir, la bomba de uranio, a partir de la separación del mismo y, por otra parte, la pila de uranio que puede producir energía atómica, y que, simultáneamente, produce elementos transuránicos factibles también de ser empleados en bombas, se basa en el empleo del uranio 235, que se presenta en un porcentaje de sólo 0,72 por ciento dentro del uranio natural.

"Esto significa que el país que deseé obtener estos mismos resultados debe seguir imprescindiblemente el costoso camino que siguió Estados Unidos.

"Las reacciones atómicas, en las cuales se bombardea núcleos cargados eléctricamente con otros núcleos también cargados, son muy difíciles de efectuar, dado que éstos tienden a rechazarse. Los neutrones no tienen carga. Por eso reaccionan más fácilmente que los protones con los núcleos atómicos. Tanto la bomba atómica como la pila de uranio tienen una magnitud crítica. No se puede producir reacción en cadena con una cantidad de material inferior a esa magnitud crítica.

"Los norteamericanos estaban interesados en romper la limitación impuesta por la magnitud crítica. Por eso pensaron que en la bomba atómica se podrían hacer reaccionar simultáneamente núcleos atómicos livianos. Para esto se necesitan partículas de gran energía o, mejor dicho, altas temperaturas.

"Temperatura, es decir, ca-

lor, es movimiento de partículas. Cuando nosotros tocamos un objeto demasiado caliente, es decir, un objeto en el cual las moléculas o átomos tienen una gran velocidad, las partículas nos pegan contra la mano; sentimos calor. Temperatura es la expresión que se da a la velocidad de las partículas.

"Los norteamericanos pensaron lo siguiente: si en la explosión de una bomba atómica se producen temperaturas extremadamente grandes, por ejemplo, 20 mil millones de grados, entonces debería ser posible, en una de estas zonas de explosión, hacer reaccionar entre sí los núcleos livianos. Esta es la base de las investigaciones sobre la bomba de hidrógeno. Pero hemos comprobado que para guardar el secreto militar se dice muy poco sobre esto y sobre el material empleado. Lo que aparece en las publicaciones es para escolares. Esto podríamos comprobarlo en cualquier momento; pero no lo hacemos, porque respetamos los secretos de nuestros amigos.

"Por lo que sabemos, el problema no se limita a la construcción de una bomba atómica en la que se empleen núcleos livianos, sino que, en base a nuestras propias experiencias, tenemos la opinión de que se puede hacer un immense progreso en materia de reacciones en cadena.

"Parece ser que los norteamericanos, por razones de secreto militar, han debido disminuir la importancia de los descubrimientos realizados so-

bre este tópico. Estos problemas debieron tratarse en el transcurso de nuestras investigaciones, y en un comienzo se tuvieron las mismas dificultades con que tropezaron allá con la bomba de hidrógeno. Es el llamado problema del tritón. El tritón es hidrógeno. El núcleo está formado por un protón y dos neutrones, y la producción del tritón sólo parece posible en la pila de uranio, transformando el litio en tritón.

"Si hubiéramos estado obligados en la Argentina a seguir el método del tritón, no hubiéramos tenido otro recurso que seguir el largo camino del uranio, y el no hacerlo fué el gran riesgo que se corrió al iniciar estos trabajos, que, felizmente, fueron coronados por el éxito.

"La idea fundamental fué la siguiente: 1º ¿Es posible obtener en el reactor una zona de temperatura tan extrema como la necesaria? 2º En caso de obtenerse esta zona y si se inyectan en la misma núcleos factibles de reaccionar, ¿qué debería hacerse si la reacción en cadena se desarrollara demasiado rápidamente?

"En nuestro proyecto se estudió cómo podría realizarse y controlarse esta explosión. Sólo entonces se comprobó qué rendimiento se podría obtener de las reacciones en esta zona de alta temperatura. Para los expertos será fácil deducir que los experimentos realizados entrañaban continuamente riesgos mortales. Por eso en este momento quisiera recordar que el equipo de trabajo de Bariloche merece nuestro reconocimiento, porque a



# solar completamente nueva

diario han estado exponiendo su vida y han logrado casi lo imposible.

"Al respecto, interesaría saber que el doctor Robert Bacher, miembro de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, en un artículo sobre "La bomba de hidrógeno", publicado en el "Bulletin of the Atomic Scientists", dice: "No hay posibilidad de que la liberación de energía en este tipo de reacción pueda ser controlada sobre la tierra." Esto, en realidad, nos debió acobardar. Además, el doctor Bacher dice: "En las estrellas la reacción es controlable debido a su gran tamaño." Este era otro argumento que pudo habernos acobardado. El tercer argumento que pudo habernos acobardado totalmente es que "sobre la tierra estas reacciones termonucleares que se mantienen por sí mismas producirían o bien una gran explosión o nada en absoluto".

"En primer lugar el problema consistía en hacer posible la reacción termonuclear mediante una concentración de energía y utilizar los productos de la misma para aumentar la temperatura. Y todo esto bajo condiciones no explosivas de control.

"Los tiempos de reacción son muy breves y la tendencia de las mismas es explosiva. A pesar de esto, se desarrollaron medios para evitarlo y para controlarlo. Con un ejemplo demostraremos lo penosos que resultaron, en ocasiones, estos trabajos. Una vez se llevó a cabo, durante ocho meses consecutivos, el mismo experimento, empleándose kilómetros de papel registrador para asegurar y afianzar un único resultado."

**Señor Subsecretario de Informaciones:** ¿En Bariloche?

**Doctor Richter:** Sí, señor, en Bariloche. Tal vez en el exterior se asombren de que hayamos llegado a estos resultados. No obstante, se puede explicar fácilmente por qué se han logrado los mismos. Hay dos posibilidades de éxito: el método o el descubrimiento. Un método puede comprenderlo con facilidad cualquiera que lo conozca; un descubrimiento es fundamental. Hemos tenido la suerte de hacer dos



El doctor Richter luce en su pecho la medalla peronista que le colocó el Presidente de la República, a quien acompañan la señora Eva Perón, el secretario administrativo de la Presidencia, mayor Carlos V. Aloé, y el subsecretario de Informaciones, señor Raúl A. Apold.

descubrimientos, y en esto se basa nuestro progreso. Creo haberme expresado claramente.

"Quiero contarles otra cosa que considero interesante. Una zona de reacción de muy alta temperatura emite, como es lógico, mucha energía ultravioleta. Un día pedimos a la Edison-Swan Co. (Londres), que fabricara células fotoeléctricas provistas de cátodos de oro, plata y platino. Aparentemente, esto era un disparate; se nos respondió en una carta que era preferible que utilizáramos las células sensibles a los rayos ultravioleta, producidas por ellos, porque era de mayor eficacia.

"Desgraciadamente, lo que ocurría era que había demasiados rayos ultravioleta. Se sabe que los cátodos de las células fotoeléctricas están constituidos por varias capas sensibles y que esos cátodos sólo admiten una cierta carga de radiación por centímetro cuadrado; vale decir, que si se emite más radiación que la permitida, las células se deshacen. Esta era la razón por la cual se necesitaban las células menos sensibles del mundo y, por consiguiente, las células con cátodos de oro, pla-

tino y plata, que sólo trabajan en la zona ultravioleta y no en la zona del espectro visible. Esto es decisivo para estos experimentos. Creo que ahora la Edison-Swan Co. comprenderá el porqué de nuestra demanda.

"Cito esto para demostrar con un ejemplo cómo a veces algo aparentemente imposible resulta después perfectamente lógico.

"En el "Bulletin of Atomic Scientists", de noviembre de 1950, escribe sir John Cockcroft un artículo sobre el futuro de la energía nuclear, y en el último capítulo dice que es posible obtener energía de elementos livianos. Esto está en contraposición a lo dicho por el doctor Bacher. Dice sir John Cockcroft: "Puede muy bien ser que algún día se encuentre un medio para producir temperaturas adecuadas en laboratorios y así se libere energía en forma pacífica a partir de elementos livianos". Eso es lo que se hizo en Bariloche el 16 de febrero de 1951.

"Quiero aclarar en esta oportunidad que sir John Cockcroft fué el primer hombre que obtuvo la reacción entre núcleos livianos con gran energía en procesos singulares.

"Quisiera, además, hacer notar que mi profesor en la Universidad de Praga, profesor Rausch von Traubenberg, también realizó la reacción entre protón y litio.

"Los datos sobre el desarrollo de las reacciones termonucleares fueron determinados por estudios sistemáticos de bombardeos con proyectiles nucleares efectuados en los albores de la física nuclear. La fisión nuclear fué muy posterior y se desarrolló tanto porque fué la primera posibilidad de producir la reacción en cadena. Los procesos, tanto de John Cockcroft como de Rausch von Traubenberg, eran procesos singulares y se ha dicho que la proporción de impactos era mínima.

"Supongamos que hay una zona de hidrógeno de algunos millones de grados. Si en esa zona de hidrógeno se incluye hidrato de litio, se puede preguntar a qué temperatura se producirán reacciones entre el protón y el litio.

"También se estudió este problema. En los primeros ensayos el éxito dependía de la sensibilidad de los instrumentos, de los tubos contadores.

Sería interesante aclarar también que en la planta piloto de energía atómica de Bariloche se cuenta con los mejores instrumentos que pueden exigirse y que nos hemos permitido modificar esos instrumentos para los fines requeridos. En los experimentos con altas temperaturas fué necesario hacer estudios espectrales. Se cuenta en Bariloche con uno de los mejores laboratorios espectrales del mundo. Quiero destacar que para el éxito relativamente rápido obtenido fué decisivo contar con los instrumentos necesarios.

"El grupo operativo de Bariloche es relativamente reducido. Esto obedece a dos razones. La primer razón es la seguridad, pues cuanto más numeroso es el grupo, tanto mayor es el peligro de divulgación de los secretos.

Esta circunstancia llevó a que los integrantes de este grupo se irritaran muchas veces por el exceso de trabajo; pero, psicológicamente, esto es comprensible, y estoy convencido de que hoy mis colaboradores están muy conforme con las exigencias a que se les sometió.

"Hay un segundo motivo por el cual el equipo de trabajo es reducido. Se podrían haber empleado dos mil trabajadores; pero en lugar de colaboradores empleamos cerebros electrónicos, vale decir, máquinas que calculan los procesos y los demuestran en forma de curvas características. Con un empleado y uno de estos cerebros electrónicos se puede hacer el trabajo de quinientos empleados. Esto condujo con frecuencia a que el empleado se enojara con este cerebro electrónico; es probable que el cerebro electrónico se enojara también con el empleado. Lo cierto es que se ha llegado relativamente rápido al objetivo buscado.

"Desde el principio tanto las reacciones exitosas como las que fallaron, se tuvieron bajo buen control. Todo esto les dará un cuadro de conjunto de cómo se ha trabajado. Los trabajos sobre reacciones termonucleares son completamente diferentes de los trabajos sobre fisión nuclear. La construcción de los reactores empleados en este método es fundamentalmente diferente de la construcción de las pilas de fisión nuclear, y hasta exteriormente la apariencia de ambos es completamente distinta. En la planta piloto de Bariloche se inició

una física solar completamente nueva. Esto significa que de día en día se acumulan experiencias que quizás en Norteamérica ya se tengan a través de la bomba de hidrógeno; pero, como ya se ha dicho, estas experiencias no se refieren al punto de vista de la reacción del material, sino al punto de vista de la reacción técnica. Estamos, pues, tratando de desarrollar una nueva técnica de reacción. Se está construyendo un gran horno solar y espero que pronto podré comunicar los resultados prácticos que se obtengan.

"Estamos muy interesados en la producción de isótopos, pero, al igual que en las pilas de uranio de Estados Unidos e Inglaterra, esto es para nosotros ceniza. Estudiamos, además, la posibilidad de evitar esta ceniza por completo. En

riéndose ahora a los estudios realizados en la isla Huemul, que durante las reacciones termonucleares hemos alcanzado enormes velocidades de gas. En publicaciones ulteriores demostrarémos que se han alcanzado velocidades de hasta 3.200 kilómetros por segundo, que equivalen, más o menos, a mil veces más que las velocidades de los gases de los explosivos y combustibles empleados en cohetes.

"Estos resultados fueron obtenidos sin dificultad. Para aclarar cómo se efectúa la medida de estas velocidades daré un ejemplo práctico. Imagínense que están parados en una calle. Viene un automóvil hacia ustedes y toca la bocina. La frecuencia del sonido aumenta a medida que se acerca el automóvil, pero cuando el vehículo se aleja de nos-

iambién con un espectógrafo normal, sin emplear interferómetros. Eso quiere decir que en estos reactores se producen explosiones de la misma índole que las que ocurren en las estrellas novas, con la misma velocidad de gas.

"Con esto sólo se quiere dar un ejemplo de que se está recorriendo un nuevo camino, y en publicaciones posteriores se irán probando estos asuntos, paso a paso. No diremos cómo se efectúan los procesos, pero comprobaremos que los llevamos a cabo.

"He procurado presentarles un cuadro general de los trabajos que se están llevando a cabo. Sé que este cuadro es incompleto y casi incomprensible, debido a los secretos que hay que mantener por razones de seguridad. Por otra parte, no se pueden romper convenciones usuales divulgando nuestros secretos. Por eso creo que es preferible que ustedes me formulen preguntas. Yo responderé en la medida de lo posible."

**Periodista:** Doctor, ¿puede darnos usted, dentro de los límites de la seguridad, una explicación de lo que ocurrió el 16 de febrero en la isla?

**Dr. Richter:** Durante un tiempo se buscaron las reacciones nucleares en las zonas de altas temperaturas, así como también hubo otro en el que sólo se buscó producir temperaturas altas sin reacciones nucleares. El 16 de febrero se reunieron todas las investigaciones parciales en un gran experimento y por rara coincidencia éste no falló.

**Periodista:** ¿Hubo explosión?

**Dr. Richter:** Sí. Por ejemplo, en una pila de uranio las condiciones reinantes tienden también a la explosión, pero controlada y disminuida, en intensidad para establecer un equilibrio dinámico.

**Periodista:** ¿Hubo un ruido grande?

**Dr. Richter:** Sí; hubo un ruido inmenso.

**Periodista:** ¿Se pudo haber oído fuera de la isla?

**Dr. Richter:** Eso depende de si hay tormenta.

**Periodista:** Me refiero a si lo pudieron haber oído los pobladores de Bariloche.

**Dr. Richter:** No lo oyeron. Están a una distancia de seis millas y media.

**Periodista:** ¿Cuál es la diferencia exacta que existe en-

## ENORMES VELOCIDADES DE GAS SE ALCANZARON EN LA ISLA HUEMUL DURANTE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

las pilas de fisión nuclear esta radiactividad no puede evitarse. Es interesante afirmar en este sentido que en la isla Huemul no existe ningún ciclotrón, ningún generador Van der Graaf. No tenemos ninguna instalación de alta tensión en la cual se puedan hacer reacciones nucleares, pues se ha seguido un camino diferente.

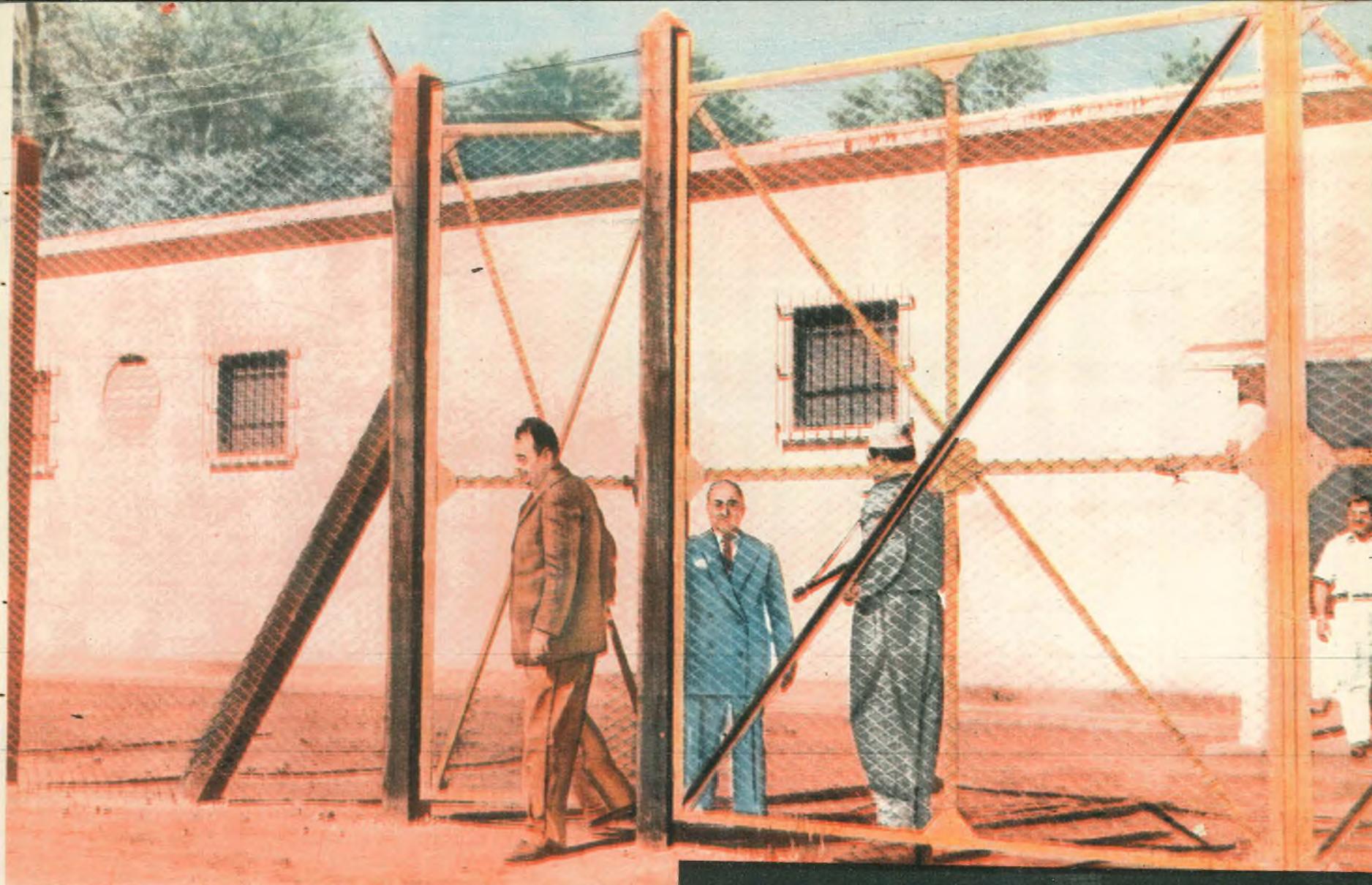
"En otros proyectos se estudia la reacción nuclear mediante grupos que trabajan en base al ciclotrón. Habitualmente se hacen miles de mediciones parciales, pero nosotros quisimos ahorrar tiempo y en el reactor instalamos instrumentos que analizan directamente las partículas y cuantos originados, ahorrando así meses y meses de trabajos.

"En las primeras reacciones nucleares resultaba indiferente el material empleado. Trabajamos, por ejemplo, con deuterio o con hidruro de litio; pero durante los trabajos se aprendió mucho, y esto tiene a su vez relación con la bomba de hidrógeno. Tal vez resulte interesante afirmar, refiriéndose ahora a los estudios realizados en la isla Huemul, que durante las reacciones termonucleares hemos alcanzado enormes velocidades de gas. En publicaciones ulteriores demostrarémos que se han alcanzado velocidades de hasta 3.200 kilómetros por segundo, que equivalen, más o menos, a mil veces más que las velocidades de los gases de los explosivos y combustibles empleados en cohetes.

otros la frecuencia desciende. Este es el llamado efecto de Doppler. Esto significa que cuando la fuente de irradiación se acerca a uno, la frecuencia aumenta; y cuando la fuente de irradiación se aleja, la frecuencia disminuye.

"Por ejemplo, los astrofísicos determinan así la velocidad de las estrellas. Cuando la estrella se acerca hacia quien la está estudiando, las líneas espectrales se desplazan hacia el violeta; y cuando la estrella se aleja de él, las líneas espectrales se desplazan hacia el rojo. En un reactor en el que haya una zona que estalla continuamente, las masas de gas se precipitan sobre el instrumento. En consecuencia, las líneas espectrales tienen que desplazarse hacia el violeta.

"Cuando en el Universo las llamadas estrellas novas estallan, aparecen explosiones de miles de kilómetros por segundo, y éstas pueden fotografiarse con un espectógrafo normal. En el reactor hemos fotografiado estas explosiones



Instantánea obtenida en la isla Huemul, en momentos que el doctor Ronald Richter abandona una de las secciones de la planta piloto.

tre la fisión nuclear y la reacción termonuclear?

**Dr. Richter:** La fisión es una explosión y la reacción termonuclear es una síntesis.

**Periodista:** Yo deseo preguntarle qué relación existe entre nuestro método y el de la bomba de hidrógeno.

**Dr. Richter:** En la bomba de hidrógeno trata de hacerse explosivo lo que nosotros controlamos.

**Periodista:** ¿Puede, entonces, controlarse una explosión atómica normal o de una bomba H?

**Dr. Richter:** En la bomba de hidrógeno la reacción se produce en forma explosiva. En cambio, en el laboratorio, aunque la reacción sea la misma, es controlada. Vale decir que se libera esa energía, pero en la cantidad que se deseé. Reacción gradual. Si por ejemplo se tomara una bomba atómica, se la introdujera en el reactor y se la quisiera hacer estallar, esto no ocurriría, sino que liberaría su energía gradualmente, puesto que se dispone de los medios para hacerlo así.

**Periodista:** En el caso de la bomba de hidrógeno o la bomba atómica normal, ¿puede estudiarse todo en el laboratorio o parte del estudio debe hacerse fuera de él?

**Dr. Richter:** En Estados Unidos los procesos individuales que se producen en la explosión de la bomba de hidrógeno fueron estudiados independientemente unos de otros, y la combinación de estos datos recolectados así, en forma separada, fueron luego aplicados para producir la explosión de la bomba.

**Periodista:** ¿No se produjo energía en el laboratorio?

**Dr. Richter:** Sí, señor. Por primera vez ha sido posible producir una explosión termonuclear dentro de un reactor.

**Periodista:** ¿Cuál es la relación entre los costos del proceso extranjero y el nuestro?

**Dr. Richter:** Aun cuando todavía no se puede definir exactamente esta relación de costos es infinitamente inferior en nuestro procedimiento, en razón de que nosotros no utilizamos uranio ni fábricas de uranio, ni se necesitan pilas

de uranio o plantas de separación, como tampoco fábricas de plutonio. También renunciamos a la obtención de tritón.

**Periodista:** Entonces, el costo es infinitamente inferior al extranjero.

**Dr. Richter:** Los métodos que desarrollamos nosotros aquí, comparados con los de otros países, son de costos infinitamente inferiores.

**Periodista:** ¿No se podría tener una proporción aproximada?

**Dr. Richter:** Esta cuestión se va a estudiar y resolver en el reactor grande que estamos construyendo, donde se investigará qué material es el más conveniente para usar. En realidad, una reacción termonuclear no es una cosa simple, sino, por el contrario, es un conglomerado de reacciones primarias, secundarias y terciarias.

**Periodista:** Desde el punto de vista de la aplicación de la energía atómica a la técnica industrial y, concretamen-

te, a la fundición de minerales, ¿es posible la aplicación de la energía atómica en condiciones económicas y técnicas más favorables que el uso actual común de la electricidad o carbón?

**Dr. Richter:** Si; es posible, puesto que en las zonas de reacción existen elevadísimas temperaturas. Precisamente uno de los problemas que debió resolverse fué evitar que el horno pudiera ser evaporizado por el calor reinante en la zona de reacción. Ello se ha logrado perfectamente bien.

**Periodista:** ¿Qué posibilidades de emplear esta energía tenemos nosotros? ¿Cuáles serían las aplicaciones prácticas?

**Dr. Richter:** Se aplicarían en hornos de fundición y en usinas. Cualquier otra aplicación técnica sería ya mucho más complicada, puesto que requeriría el empleo de maquinarias; en cambio, en la aplica-

(Continúa en la pág. 71)

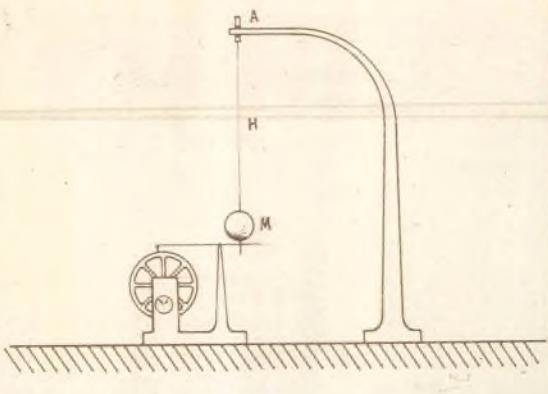
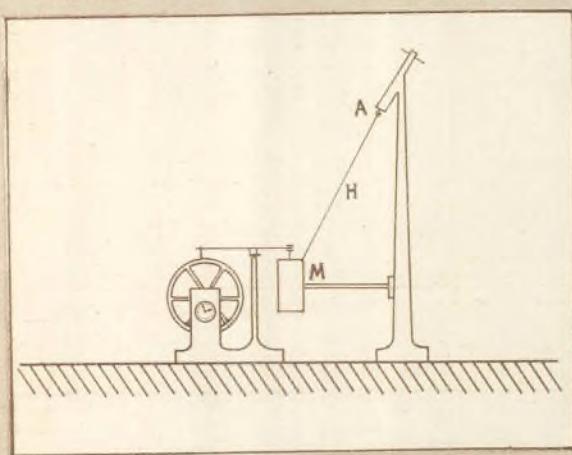


Fig. 9. Esquema de un sismógrafo para el registro de la componente horizontal del movimiento del subsuelo.

Fig. 10. Esquema de un sismógrafo tipo de oscilación cónica, para el registro de la componente horizontal.



## LA SISMOCLOGIA

(Continuación de la página 14.)

símbolos sP, pP, PS y SP, siendo **s** y **p** símbolos que expresan ondas de carácter transversal y longitudinal, respectivamente, pero que hacen un recorrido pequeño hasta llegar a reflejarse en la superficie terrestre, desde donde continúan propagándose como onda P la primera y como onda S la segunda. La onda PS es una onda de naturaleza longitudinal que se refleja luego como onda transversal, e inversamente la onda SP, de carácter transversal al principio, se transforma en longitudinal antes de llegar a la estación sísmica.

De todo lo expuesto podrá tener el lector una idea sobre el estado actual de los conocimientos que la sismología ha logrado del detenido y paciente estudio de los sismogramas.

### LOS SISMÓGRAFOS

El problema de trascendencia en la ciencia sismológica fué la creación de aparatos

que tuvieran la suficiente sensibilidad para captar las ondas sísmicas que, como ya vimos, se propagan por todo el planeta, tanto por su masa interior como en su superficie.

La invención del sismógrafo fué un triunfo de ingenio humano. Veamos cómo trabaja un sismógrafo. Para ello recurramos a un símil al alcance del lector.

1º Cuando deseamos escribir a mano sobre una hoja de papel, la primera condición que debe cumplirse es que la hoja de papel permanezca fija, en reposo, a fin de que los trazos marcados por el lápiz sean fiel expresión de los movimientos de la mano que se desliza sobre el papel.

2º Si, en cambio, se desea dibujar los movimientos horizontales, arbitrarios, de una mesa, sobre la cual se ha fijado una hoja de papel, es absolutamente necesario que el dispositivo inscriptor que traza la gráfica del movimiento no descansen sobre la mesa, como ocurría en el primer caso, puesto que entonces no habría movimiento relativo de la mesa con respecto al lápiz o equipo inscriptor; es absolutamente indispensable que este equipo esté situado fuera de la mesa, en un punto fijo, sin movimiento alguno. En este punto debe apoyarse el estilete que escribe o traza el jeroglífico representativo del movimiento de la mesa.

Pero volvamos ahora al caso de nuestro planeta, que en un momento dado entra en vibración (movimientos complicados), y que desearemos trazar la gráfica de dicho movimiento, el cual, para facilitar las ideas, suponemos efectuado en un plano horizontal.

Imaginemos una lámina de mármol o de cemento fijada al suelo, horizontalmente, desempeñando el papel de la mesa predicha que se mueve en todas direcciones en el plano horizontal por la acción de las fuerzas que sacuden el suelo en un estremecimiento sísmico. Es obvio que el equipo capaz de trazar el movimiento de la lámina debe guardar independencia física con respecto al suelo, puesto que en cualquier parte de la superficie que se lo instalará no podría estar en condiciones de trazar las gráficas fieles del movimiento del suelo. Pero, afortunadamente, en la sismometría este pro-

blema, aparentemente insoluble, está perfectamente resuelto recurriendo al principio de la inercia de la materia. Veamos de qué manera:

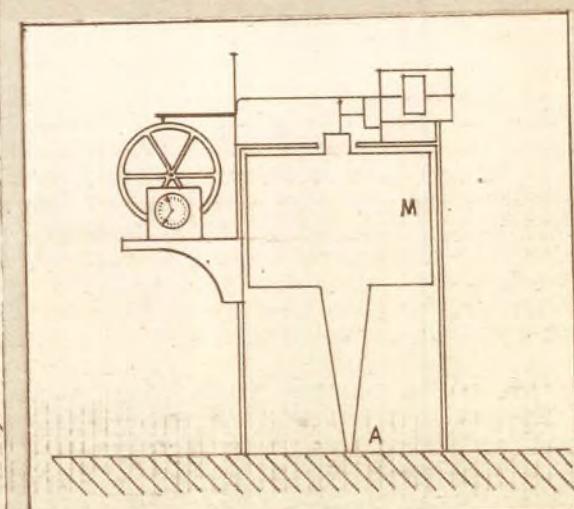
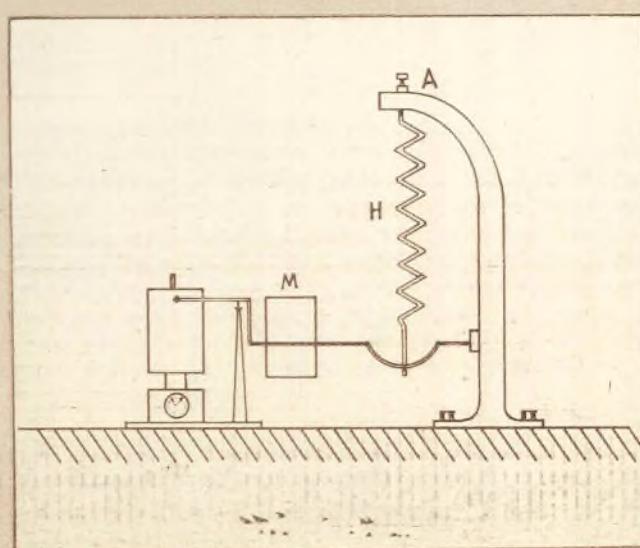
Si desde una viga A de un edificio suspendemos una masa pendular M por medio de un hilo H, y damos luego impulsos rápidos en el punto A, en el sentido horizontal, observaremos que la masa pendular M no se mueve. El reposo de la masa pendular M subsistirá mientras el período de vibración de los sacudimientos transmitidos en A sea menor que el período propio de la masa pendular.

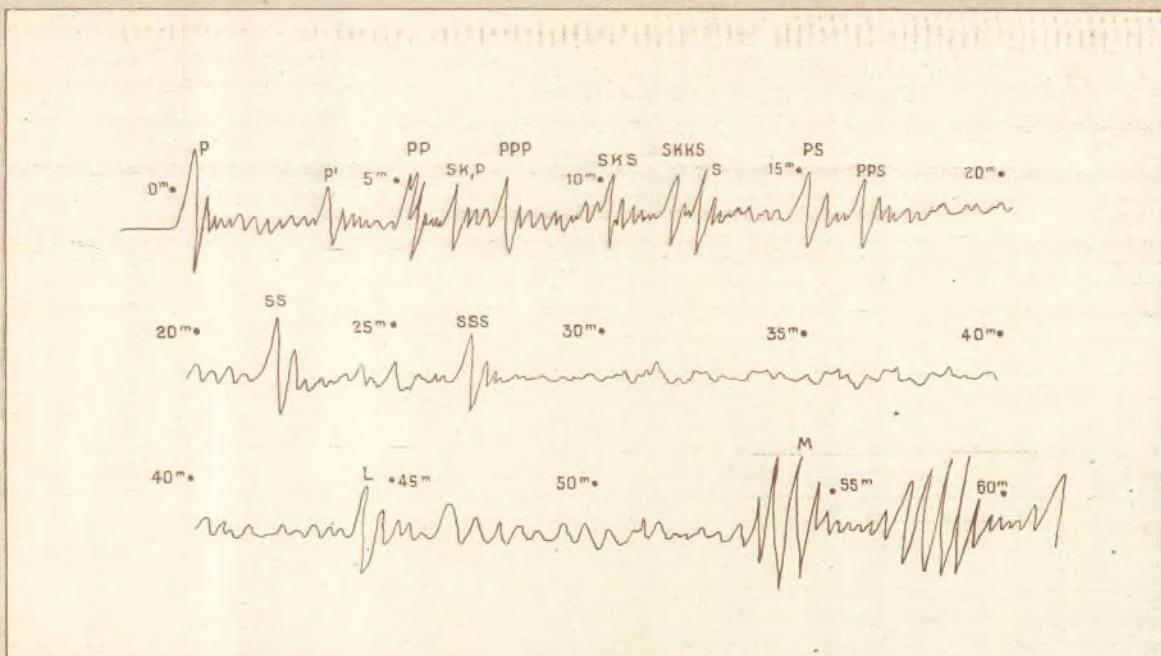
En estas condiciones la masa pendular M es un lugar que teóricamente está fuera del suelo, puesto que, cuando éste vibra, el punto de suspensión A también participa del movimiento vibratorio, el que no se transmite, en cambio, a la masa M. Esta resulta entonces un lugar sobre el cual puede apoyarse un equipo inscriptor del movimiento ondulatorio del suelo.

Los sismógrafos se basan en este último principio descrito. En forma esquemática, por ser más clara, reproducimos en la Fig. 9 un sismógrafo para el registro de la componente horizontal del movimiento del suelo.

Lo que debe tomarse en cuenta muy especialmente en un dispositivo sismométrico es el período que debe tener la masa pendular; cuanto mayor sea el período de oscilación de dicha masa, mayor será la seguridad de que el péndulo

Fig. 11. Esquema de un sismógrafo para el registro de la componente vertical del movimiento del suelo.





mantenga por inercia su posición de reposo. A fin de lograr mayor período, a los sismógrafos se les da la forma que esquemáticamente vemos en la Fig. 10.

Para el registro de la componente vertical se recurre al mismo principio de la inercia.

En efecto, una masa pendular M suspendida de un punto A mediante un muelle H permanece en reposo cuando el punto A recibe conmociones que lo hacen vibrar en el sentido vertical, y siempre debido al principio de la inercia de la materia. El movimiento vibratorio se transmitirá a la masa M sólo cuando el período de vibración del suelo (o del punto A) sea algo menor o igual al de la masa pendular M. De ahí el interés de que las masas pendulares M tengan gran período de oscilación.

En forma esquemática se reproduce la idea del sismógrafo para la componente vertical, mediante la Fig. 11.

Un péndulo invertido, como se ve en la Fig. 12, es también un dispositivo sismométrico, por actuar en él el principio de la inercia.

Claro es que un sismógrafo no es un dispositivo tan simple como lo indican los esquemas representativos. Es menester proveer al sismógrafo, por ejemplo, de los medios necesarios para que pueda amplificar centenares de veces el verdadero movimiento que su-

fre el suelo, lo que se logra mediante un conjunto de palancas convenientemente articuladas. La Fig. 13 ilustra un sismógrafo tipo Wiechert para el registro de la componente horizontal del movimiento del suelo, dotado de las complicadas palancas amplificadoras.

### EL SISMOGRAMA

Tengamos ahora idea de la estructura de la gráfica representativa del movimiento sísmico, lograda por el sismógrafo, gráfica denominada sismograma.

Cuando el suelo se halla en absoluto reposo, el sismógrafo traza una línea horizontal, pero en cuanto entra en vibración, entonces aparece en la gráfica como un jeroglífico representativo del movimiento vibratorio del suelo.

Supongamos que en las capas profundas de la corteza terrestre se haya producido una brusca dislocación de las rocas; el fenómeno se manifiesta con ruidos subterráneos cuya intensidad dependen de la rapidez del impacto y de la naturaleza de las rocas del yacimiento hipocéntrico; es decir, de la compacidad del material de la litosfera que rodea a la región del foco perturbador. Entonces se engendrará sucesivamente toda la gama de ondas elásticas que se propagan por la superficie terrestre y por el interior del manto y del núcleo interno de nuestro planeta.

Un sismógrafo situado a una cierta distancia epicentral las pondrá en evidencia, registrándolas sobre una banda, generalmente de papel ahumado. Aunque la estructura del sismograma dependerá de la distancia epicentral y de la profundidad hipocentral, puede concebirse, en general, de la manera como la reproduce la Fig. 14, representativa de un sismo producido

Fig. 14. Sismograma ideal de un sismo correspondiente a una estación situada a unos 14.000 Km. de distancia epicentral.

a 14.000 kilómetros de la estación.

Primeramente aparece la onda longitudinal P; después de algunos minutos llegan las ondas PP, SKP, PPP, SKS, SKKS, S, PS y PPS.

Después de los veinte minutos de duración del registro aparecen las ondas transversales reflejadas SS y SSS. Alrededor de los 45 minutos de registro surgen las ondas largas L.

Las ondas superficiales de máxima amplitud llegan después de los 55 minutos; finalmente, el instrumento registra las ondas superficiales que hemos denominado W<sub>1</sub> W<sub>2</sub> W<sub>3</sub> de la fase final del sismograma.

La Fig. 15 muestra el real sismograma de un terremoto cuyo foco fué localizado frente a las costas del Callao (Perú), registrado por los sismógrafos del Observatorio Central de Buenos Aires. La distancia epicentral es de 3.300 kilómetros. En el sismograma se advier-

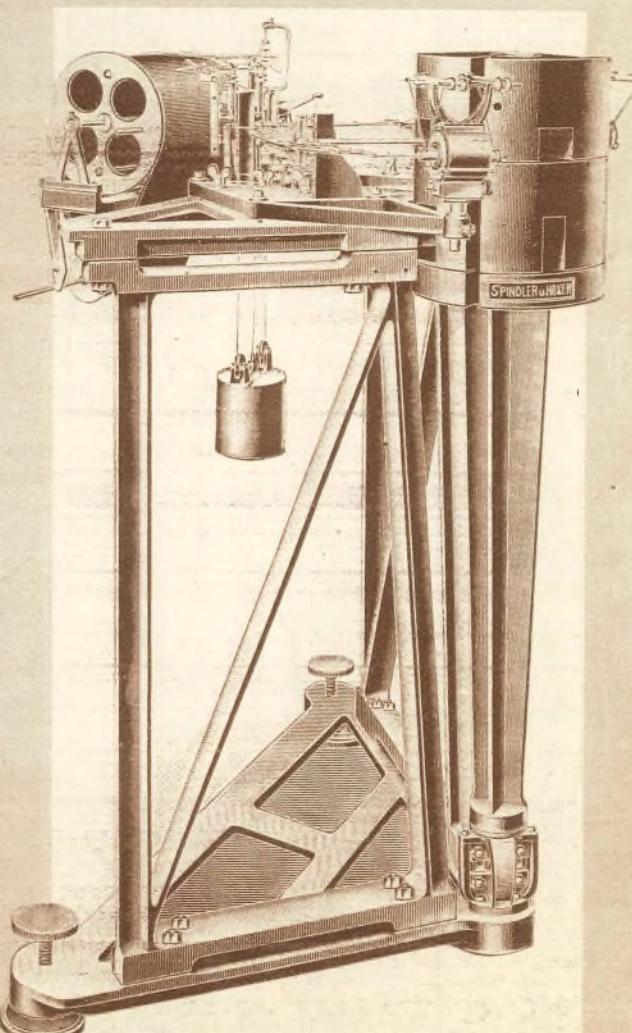
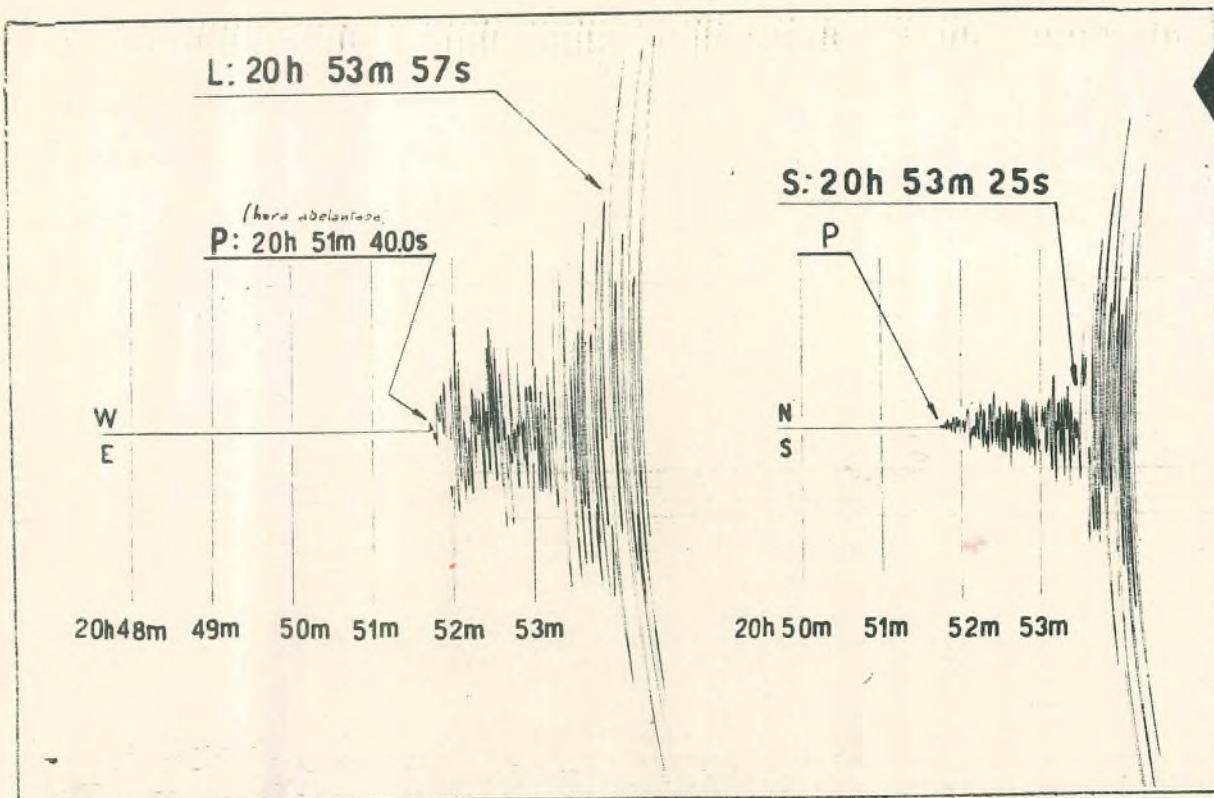


Fig. 13. Sismógrafo completo de Wiechert, para el registro de la componente horizontal, en funcionamiento en Buenos Aires, Mendoza y Córdoba.



**Fig. 15.** Sismograma mutilado del terremoto de San Juan, con el que se pudo determinar la posición del epicentro. (Registrado en el Observatorio Central de Buenos Aires del Servicio Meteorológico Nacional, dependiente del M. de Asuntos Técnicos.)

ma inscriptora trazando las ondas de máxima amplitud, deja súbitamente de hacerlo. Debióse ello a su desconexión del aparato inscriptor, hecho vulgarmente conocido por "salto de las agujas".

La gráfica registrada en el observatorio de Buenos Aires permitió calcular la distancia del foco sísmico estimada en unos 950 kilómetros.

La certeza e importancia de las mediciones sismométricas es hoy muy grande por los avances de la ciencia sismológica. La sismometría ha permitido auscultar el interior de nuestro planeta, el que no se habría dejado investigar de otra manera, y nos ha proporcionado gráficas que son verdaderos documentos de la dinámica del subsuelo.

ten las tres componentes del movimiento del suelo.

Como ejemplo de que la estructura de un sismograma

depende mucho de la distancia epicentral, damos en la Fig. 15 la representación de los movimientos del suelo de-

bidos al terremoto de San Juan. Se advierte que a pocos minutos de haber comenzado el registro, y al hallarse la plu-

## LAS ECUACIONES DE MAXWELL

Son a la vez base y síntesis del electromagnetismo

En el cuadro insertado a continuación aparecen las ecuaciones de Maxwell en forma vectorial, junto con una explicación elemental del significado de cada una. La notación empleada es la siguiente:

$H$  Intensidad del campo magnético en amperios voltios/metro.  
 $i_c$  Densidad de corriente eléctrica en amperios/metro cuadrado.

$D = \epsilon E$  — Inducción eléctrica en culombios/metro cuadrado.

$E$  = Intensidad del campo eléctrico en voltios/metro.  
 $B = \mu H$  = Inducción magnética en Webers/metro cuadrado.

ρ Densidad volumétrica de carga en culombios/metro cúbico.  
 ε Constante dieléctrica en faradios.metro.

- Constante dielectrica en faradios/metro.
- Permeabilidad magnetica en henrios/metro.

rotor $\bar{H} = \mu_0 + \frac{\delta \bar{D}}{\delta t}$	Relaciona el valor H del campo magnético con la suma de la densidad de corriente de conducción más la corriente de desplazamiento $\frac{\delta \bar{D}}{\delta t}$ , igual esta última a la rapidez de variación de la inducción eléctrica con respecto al tiempo.
rotor $\bar{E} = -\frac{\delta \bar{B}}{\delta t}$	Relaciona el valor E del campo eléctrico con la rapidez de variación $\frac{\delta \bar{B}}{\delta t}$ de la inducción magnética con respecto al tiempo.
div $\bar{D} = p$	Relaciona el campo eléctrico con la distribución de carga.
div $\bar{B} = 0$	Indica una propiedad del campo magnético, a saber, que las líneas de fuerza son cerradas y no existen cargas magnéticas aisladas (imágenes de un solo polo).

TABLA I

DENOMINACION	FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA
Ondas de radio	10 kc/s a 150 000 Mc/s	30 000 m a 0.2 mm
Rayos infrarrojos	75 000 Mc/s a 375 MMc/s	0.4 mm a 0.8 $\mu$
Luz visible	375 a 770 MMc/s	0.8 a 0.39 $\mu$
Rayos ultravioletas	770 a 750 000 MMc/s	0.39 a 0.004 $\mu$
Rayos X	6000 a 50 000 000 MMc/s	0.05 a 0.000 006 $\mu$
Rayos gamma	10 000 000 a 500 000 000 MMc/s	0.000 03 a 0.000 000 6 $\mu$
Rayos cósmicos	muy elevada	muy pequeña

TABLA II

## **RAYOS INFRARROJOS, VISIBLES Y ULTRAVIOLETAS**

Denominación	Longitud de onda en	Frecuencia en MMc/s	OBSERVACIONES
Ultra-violeta	0.292	1020	Límite del espectro solar.
	0.380	835	Límite de la transparencia del vidrio
	0.390	770	Límite del espectro visible
Visible	0.410	735	Violeta
	0.470	638	Azul
	0.580	577	Verde
	0.580	518	Amarillo
	0.600	500	Anaranjado
	0.650	462	Rojo
Infra-rojo	0.800	375	Límite del espectro visible
	5.300	57	Límite del espectro solar
	96.700	3,13	Límite del mechero Auer

# Conocemos los Procesos que Conducen a la Obtención de la BOMBA de HIDROGENO

(Continuación de la pág. 67)



El profesor Richter en compañía del subsecretario de Informaciones, señor Raúl A. Apold; del secretario de la Comisión Nacional de Energía Atómica, coronel Enrique P. González; miembros de este organismo y periodistas, al término de la conferencia realizada en Olivos.

ción en las usinas o en los hornos de fundición, es directa y rápida. La forma más sencilla de aplicación es en los hornos de fundición. La materia que se utiliza puede ser totalmente disociada, y luego reconstituida o condensada. Por ejemplo, el agua a 700 grados es disociada, pero luego puede producirse otra vez la condensación mediante una explosión. La obtención de metales a partir de los minerales pueden realizarse evapórandolos completamente, técnica ésta que resulta muy barata.

**Periodista:** ¿Qué tiempo demandaría la aplicación de lo que se ha logrado en el 16 de febrero?

**Dr. Richter:** Esta pregunta es un poco difícil de contestar, porque depende de factores que no se relacionan directamente con el trabajo.

"No se puede contestar definitivamente todavía, porque esos ensayos dependen de las construcciones necesarias, de las instalaciones y de la terminación del reactor grande. Esto puede aclararse con un ejemplo: un químico realiza un experimento dentro de una probeta y tiene éxito; si luego repite ese experimento también exitosamente en un recipiente cien veces mayor, comprobará que la proporcionalidad no se cumple. Por esta razón es necesario estudiar la curva de proporcionalidad entre los resultados obtenidos y la magnitud de los experimentos efectuados, para lo cual pudieran necesitarse muchos ensayos. Lo seguro es que la reacción termonuclear se ha producido

y que la evolución necesaria para su aplicación posterior es ya conocida por nosotros. Pero hay que recalcar la suerte que hemos tenido. Efectivamente, se necesita mucha suerte para resolver esta cuestión exitosamente en el plazo relativamente corto de tres años."

**Periodista:** ¿En nuestro país se pueden producir bombas atómicas?

**Dr. Richter:** Posible es, pero, de acuerdo con lo que yo sé, el señor Presidente se opone a eso.

**Periodista:** Yo me refería solamente a la posibilidad. ¿Y la bomba de hidrógeno?

**Dr. Richter:** La bomba de hidrógeno sólo tendría desventajas para nosotros. Conocemos los procesos que conducen a la obtención de la bomba de hidrógeno y sabemos que son enormemente costosos. Si quisieramos hacer bombas de hidrógeno tendríamos que proceder a invertir la misma cantidad de capitales, como se ha hecho en otros países, pero queremos evitar eso.

**Periodista:** Sin especificar, por razones lógicas, qué materiales intervienen o intervinieron en la primera reacción, quisiera saber si todos los materiales son nacionales y se encuentran en el país.

**Dr. Richter:** Sí; ningún material es extranjero.

**Periodista:** Para tener una idea de los trabajos, ¿es muy grande el lugar donde se realiza la reacción?

**Dr. Richter:** No deseo comentarlo, pero dentro de breve plazo creo que se podrán dar a publicidad fotografías que

muestren las instalaciones donde se ha trabajado.

**Periodista:** En la proximidad de las instalaciones, ¿existe peligro de radiactividad, como existe en las instalaciones de otros países?

**Dr. Richter:** No, pero en cambio hay peligro de explosiones.

**Periodista:** ¿Qué temperatura se produce en la reacción? ¿Son diez o cien mil grados?

**Dr. Richter:** Son varios millones de grados; pero en mi proyecto es casi inconveniente emplear el concepto de temperatura. Voy a explicar por qué.

"Imaginen ustedes una zona gaseosa cualquiera a una temperatura dada. Esto significa que los átomos, dentro de esa zona, se mueven para todos lados, chocando continuamente. En su tiempo, Maxwell, en Inglaterra, estudió este problema a fondo y encontró que en todo gas a cualquier temperatura existe una parte relativamente pequeña de átomos con velocidad reducida y otra parte con elevada velocidad, mientras que una cantidad relativamente grande de átomos se hallan animados de una velocidad intermedia. Entonces, si tenemos un gas relativamente frío, vemos que este gas posee, sin embargo, una determinada parte de átomos animados de una velocidad elevada.

Si se aumenta la temperatura de ese gas, la cantidad de partículas animadas de gran velocidad aumenta también. Si se tiene una atmósfera gaseosa de deuterio, por ejemplo, en esta zona se producen continuamente colisiones o choques entre las partículas. Existe, por lo

tanto, una temperatura que significa el valor medio, en la cual la energía que poseen esos átomos es suficiente como para hacerlos reaccionar unos con otros. Cuando se producen reacciones nucleares, la energía de la partícula liberada por esa reacción no es del orden de los cien o mil electrones-volt, sino del orden de los millones de electrones-volt. Por lo tanto, esas partículas que debido a la energía atómica fueron puestas en movimiento, tienen que disminuir o transformar su enorme energía de vuelo de alguna manera, por ejemplo, por choques.

"Por lo tanto, estas partículas que se mueven con elevada velocidad pueden, por choques, acelerar a otras partículas más lentas, o bien reaccionar con otro núcleo, liberando energía atómica. Este proceso aumenta, según una curva exponencial, en forma de avalancha o reacción en cadena. Resumiendo, entonces, se puede decir que llevando una zona gaseosa a una temperatura adecuada, dentro de ésta se puede iniciar una reacción en cadena y mantenerse de por sí. La única condición necesaria es que el número de partículas animadas de gran energía cinética sea considerable. Esto explica el mecanismo de las reacciones termonucleares."

**Periodista:** Y para llegar a esas temperaturas "millonarias", ¿cómo se hace? ¿Se recurre a la electricidad, al calentamiento o a otras explosiones?

**Dr. Richter:** Ahí está, precisamente, el secreto.

**E**N numerosos fenómenos se descubre la presencia de las ondas electromagnéticas. El lector, al seguir con la vista estas líneas, lo

hace gracias a la luz, la cual, producida por el sol o una fuente artificial, se refleja en el papel hasta el ojo, donde produce fenómenos fisiológicos traducidos por el cerebro en sensaciones de luces y sombras, y luego en percepción de figuras regulares que el entendimiento interpreta como letras, palabras, oraciones y juicios. Elevando la vista hacia una ventana abierta al cielo, en noche clara, percibimos asimismo la luz que ha tardado miles de años en llegar desde lejanísimas estrellas. Las ondas de radio, por su parte, traen al hogar música y palabras de la nuestra y otras tierras; circundan al planeta en redes de comunicaciones que unen las más lejanas ciudades; o bien, aplicadas en el radar, proporcionan al navegante ojos que ven a través de la niebla o de las sombras de la noche.

Tanto las ondas luminosas como las de radio son ondas electromagnéticas, del mismo modo que los rayos infrarrojos, los rayos X y algunas de las radiaciones ultrapenetrantes emitidas por los cuerpos radiactivos naturales o artificiales.

Nuestro primer contacto con las ondas electromagnéticas lo debemos al genio de James Clerk Maxwell. Este fisicomatemático demostró analíticamente que toda perturbación eléctrica o magnética debía propagarse por el espacio en forma de ondas, cuya velocidad, que calculó, resultaba ser igual a la de la luz. Es notable que el trabajo de Maxwell se realizara totalmente por medio de cálculo, sobre el papel. Nunca pudo demostrar experimentalmente la verdad de sus predicciones. Existían sólo ciertas coincidencias entre las propiedades de las ondas electromagnéticas, hasta entonces teóricas, de Maxwell, y las propiedades ya conocidas de la luz.

Cupo al joven físico Enrique Hertz ser el primero en demostrar experimentalmente la existencia de ondas electromagnéticas. Aunque no pudo obtener ondas luminosas, por cuanto ellas son demasiado cortas para lograrlas con osciladores de tamaño mayor que las moléculas, logró Hertz reproducir con ondas de algunos milímetros de longitud todas las experiencias de la óptica clásica, y entre ellas, los fenómenos de reflexión, refracción y polarización. Con Hertz quedaba transformada la óptica en un capítulo del electromagnetismo. Luego, siguiendo el camino ya trazado, se demostró que muchas otras radiaciones eran también de naturaleza electromagnética, y se hallaron fecundísimas aplicaciones para muchas de ellas.

Nos proponemos pasar una revista, si bien superficial, a algunas propiedades de las ondas electromagnéticas, para evidenciar que en la gran diversidad de sus manifestaciones conservan numerosas propiedades comunes, pues vuelven a encontrarse los mismos fenómenos en los campos más diversos de la ciencia y la técnica.

## Por el ingeniero JULIO P. CALVELO

2. Un campo eléctrico variable da lugar a un campo magnético, debido a la corriente de desplazamiento coexistente con todo campo eléctrico variable.

Con estas condiciones y algunas más, se establece un sistema de ecuaciones diferenciales, el cual, una vez resuelto, permite llegar a la importante conclusión de que una variación, es decir, una perturbación producida en un campo magnético o eléctrico, se propaga en forma de una onda electromagnética, o sea que origina simultáneamente una onda magnética y otra eléctrica correspondiente a campos cuyas direcciones son perpendiculares entre sí y con la dirección de propagación. La velocidad de esta onda electromagnética está dada por la expresión siguiente:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}} \quad (1)$$

donde  $V$  es la velocidad de la onda en metros por segundo;

### NATURALEZA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS

**E**N tiempos de Maxwell se sabía que la corriente eléctrica al atravesar un conductor daba lugar a un campo magnético. Además, se conocía el hecho de que un campo magnético variable originaba una fuerza electromotriz, que era capaz de producir una corriente eléctrica si actuaba en un circuito cerrado.

Maxwell trató de hallar una teoría unificada de los fenómenos electromagnéticos, y para hacerlo hubo de postular que al variar el campo eléctrico aplicado a un dieléctrico (que puede ser el vacío), éste es

atravesado por una corriente de desplazamiento, que, al igual que la corriente de conducción que pasa por los conductores, produce, mientras circula a través del dieléctrico, un campo magnético.

En el caso de la carga de un condensador por medio de una batería, al conectar la batería circula por los conductores que la unen al condensador una corriente de conducción que lo carga y que cesa una vez que se halla cargado el condensador. Según la hipótesis de Maxwell, también circula una corriente entre las armaduras del condensador, y ésta es la corriente de desplazamiento. Tanto la corriente de desplazamiento como el campo magnético que ella produce cesan —simultáneamente con la corriente de conducción— una

vez cargado el condensador. En consecuencia, desde este punto de vista, todos los circuitos eléctricos son cerrados.

#### I

Por esta línea de razonamiento se llega a una perfecta simetría entre los campos magnéticos y eléctrico, ya que:

1. Un campo magnético variable da lugar a un campo eléctrico. Cuando este último queda aplicado a lo largo de un conductor, nos vemos ante el fenómeno familiar de la conducción electromagnética.

$\mu$  es la permeabilidad del medio en henrios por metro; y

$\epsilon$  es la constante y eléctrica del medio en faradios por metro.

En este caso se han tomado permeabilidad y constante dielectrica absolutas (sistema MKS). Cuando se toman los valores relativos  $\mu$  y  $\epsilon$  de estas constantes, la expresión anterior adopta la forma:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}} \quad (2)$$

donde  $c = 300.000.000$  metros/segundo es una constante cuyo valor se puede obtener por me-

# Ondas

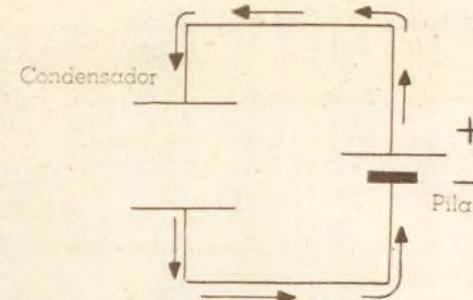
dios puramente electromagnéticos.

Para el vacío, la constante dieléctrica y permeabilidad relativas son iguales, por definición, a la unidad, de modo que:

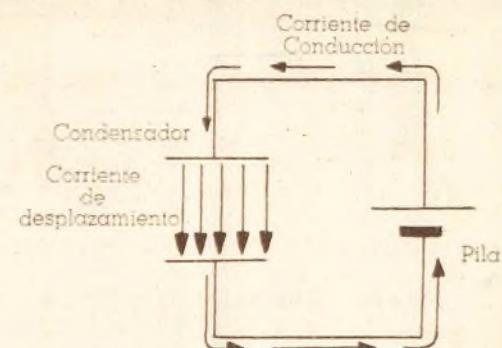
$$v = c = 300.000.000 \text{ metros/segundo}$$

Este valor coincide con el de la velocidad de la luz en el vacío, pero se ha obtenido por medios puramente eléctricos, y es, por ende, una confirmación de la naturaleza electromagnética de las ondas luminosas.

Se sabe, además, que la relación entre la velocidad de la onda en el vacío y en un medio cualquiera es igual al índice de refracción de dicho medio con respecto al vacío, lo cual da otra manera de verificar la teoría electromagnética —en lo que a la luz respecta—, comparando el índice de refracción medido experimentalmente con el calculado a partir de la constante dieléctrica y a la permeabilidad (caso siempre igual a 1), medidas por métodos eléctricos. En muchos casos se obtiene una concordancia notable entre ambas cifras. Ello no ocurre, sin embargo, cuando existen cargas eléctricas libres en el medio por donde se propaga la onda, pues enton-



Antes de Maxwell se suponía que el circuito de carga de un condensador era abierto y sólo circulaba corriente por el conductor.



Maxwell postuló que también circula una corriente entre las armaduras del condensador: la llamada corriente de desplazamiento.

cipinas científicas y aun en la vida diaria. Por ejemplo, cada estación radiodifusora tiene asignada una frecuencia que fija el lugar donde se la encuentra en el cuadrante del radio receptor.

Si nos colocamos en un lugar del espacio por donde se propague una onda electromagnética, apreciaremos la existencia simultánea de un campo magnético variable y un campo eléctrico variable. A partir de un valor nulo, uno cualquiera de los campos aumenta hasta el máximo, disminuye hasta cero, vuelve a aumentar hasta un valor máximo de sentido opuesto al anterior, y retorna

un número muy grande de ciclos en cada segundo y conviene emplear el kilociclo por segundo (kc/s.), que vale mil ciclos por segundo; el megaciclo por segundo (Mc/s.), que vale un millón de ciclos por segundo; y aun el megamegaciclo por segundo (MMc/s.), equivalente a un billón (un millón de millones) de ciclos por segundo.

Las ondas de las radioestaciones tienen frecuencias que van desde unos miles de ciclos por segundo hasta varios miles de millones de ciclos por segundo (algunos miles de megaciclos por segundo). Las frecuencias de las ondas luminosas son, en cambio, del orden

de la onda recorre una distancia expresada con la misma cifra que la velocidad, y cumple un número de ciclos numéricamente igual a la frecuencia. Por consiguiente, cada ciclo tiene longitud igual a la velocidad dividida por la frecuencia. Entonces:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (4)$$

donde  $\lambda$  es la longitud de onda en metros;

$v$  es la velocidad de propagación en metros por segundo; y  $f$  es la frecuencia en ciclos por segundo.

La tabla I de frecuencias y longitudes de onda y el espectro electromagnético que se in-

# Electromagnéticas

ces entran en juego fenómenos por los cuales la velocidad de propagación se altera y resulta dependiente de la frecuencia, lo que veremos con algún detalle más abajo.

Frecuencia y longitud de onda; ciclos y kilociclos; metros y Angstroms.

Las ondas electromagnéticas se caracterizan por su frecuencia y su longitud de onda, términos cuyo significado exacto conviene conocer, por cuanto se emplean en numerosas dis-

nuevamente a cero. El conjunto de variaciones, comprendido entre dos valores cero del campo entre los cuales éste haya pasado por máximos en uno y otro sentido, pasando por cero —es decir, el conjunto de valores: cero, máximo en un sentido, cero, máximo en el otro sentido, cero—, se llama ciclo.

La frecuencia del campo de la onda es la mayor o menor rapidez con que se suceden los ciclos: se mide en ciclos por segundo (abreviado: c/s.). Como la frecuencia de las ondas electromagnéticas es generalmente muy elevada, transcurre un nú-

mero de billones de ciclos por segundo, es decir, que se expresan en megamegaciclos por segundo.

Se halla estrechamente relacionada con la frecuencia la longitud de onda, que es la distancia, tomada en la dirección de la propagación, entre dos máximos consecutivos de un mismo signo en uno cualquiera de los campos, o sea la longitud abarcada por un ciclo completo en el espacio. Conocida la velocidad de propagación y la frecuencia, se puede calcular la longitud de onda, teniendo en cuenta que en un segun-

do la onda recorre una distancia expresada con la misma cifra que la velocidad, y cumple un número de ciclos numéricamente igual a la frecuencia. Entonces:

Se observará que cuanto mayor es la frecuencia, menor es la longitud de onda.

La longitud de las ondas empleadas en radio va desde algunos miles de metros hasta unos pocos milímetros. En contraste, las ondas luminosas, de frecuencia mucho más elevada, tienen longitudes de onda muy pequeñas que se expre-

son en **micrones** (milésimas de milímetro), cuya abreviatura es la letra griega  $\mu$ ; o bien en **Angstroms** (abreviadamente A). Un Angstroms vale un diezmillónésima de milímetro (0,000,000,1 mm).

### Reflexión y Refracción

Las ondas electromagnéticas no pueden propagarse en un medio conductor perfecto, puesto que el campo eléctrico es literalmente puesto en cortocircuito en el seno del conductor, donde no puede existir.

Cuando el conductor no es perfecto, sino que presenta cierta resistencia, la onda se propaga alguna distancia, pero se atenúa con mayor o menor rapidez.

Al chocar contra una superficie conductora, que no puede atravesar, el campo eléctrico de la onda se anula. Se lo puede concebir anulado por otro campo de igual valor y dirección, pero sentido opuesto, el cual da origen a una onda reflejada que retrocede en sentido opuesto a la onda incidente. Así se produce la reflexión en el metalizado de un espejo o en el alambre reflector de una antena direccional.

La onda electromagnética se **refracta** cuando su dirección de propagación cambia al atravesar oblicuamente la frontera que separa dos medios, a los cuales corresponden velocidades de propagación distintas. El fenómeno se estudia en óptica elemental y permite calcular la relación entre las velocidades de propagación en función del cambio de dirección sufrido por un rayo. Se define un índice de refracción, cuyo valor es:

$$N = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{v}{v_1} = \sqrt{\mu \epsilon} \quad (5)$$

donde  $n$  es el índice de refracción con respecto al vacío;

$i$  es el ángulo de incidencia con respecto a la normal;

$r$  es el ángulo de refracción con respecto a la normal;

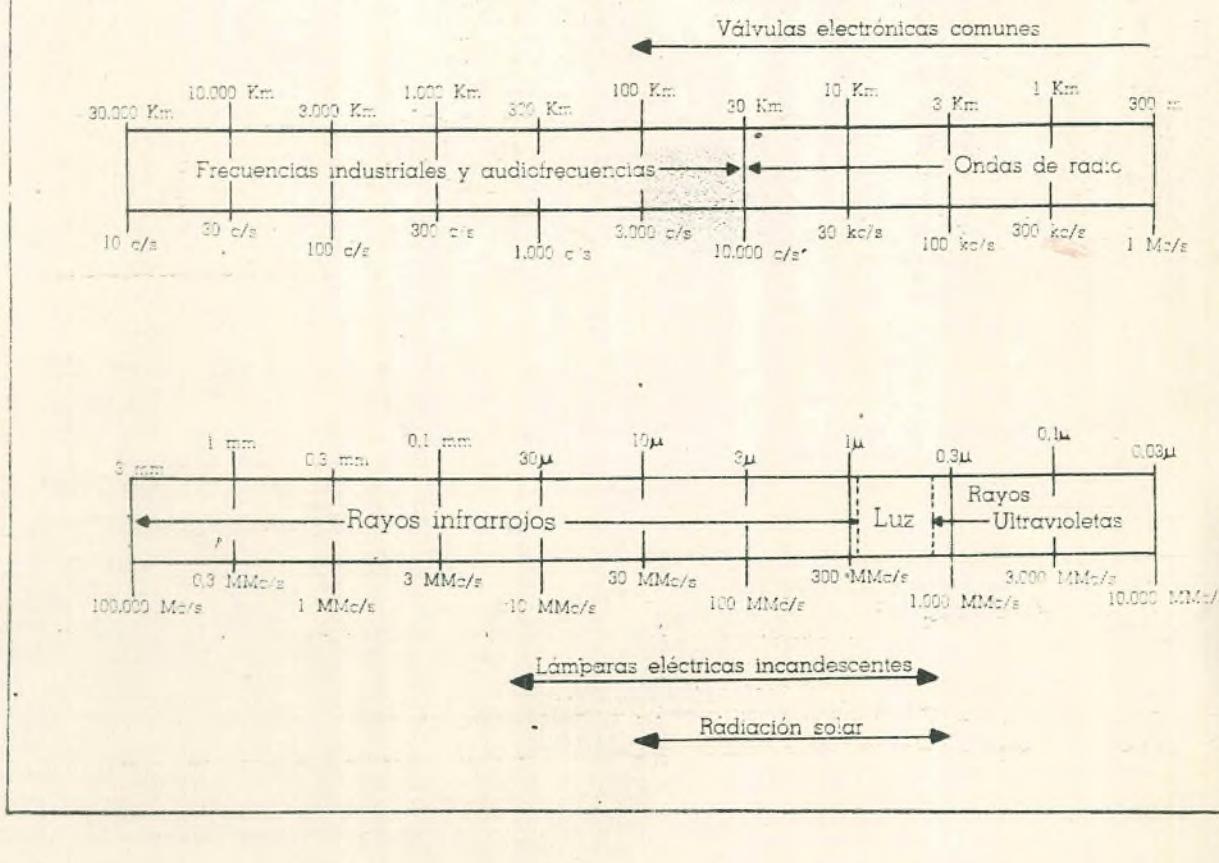
$v$  es la velocidad en el vacío;

$v_1$  es la velocidad en el medio considerado;

$\mu$  es la permeabilidad relativa; y

$\epsilon$  es la constante dieléctrica relativa.

### El espectro de las



### Dispersión

En ciertos medios, la propagación de las ondas electromagnéticas se realiza con una velocidad que es función de la frecuencia o longitud de onda. También el índice de refracción depende entonces, evidentemente, de la longitud de onda. Tal es el caso de un prisma que descompone (dispersa) la luz blanca en sus colores (frecuencias) componentes.

Se produce este fenómeno cuando la onda penetra en un medio donde existen cargas eléctricas libres. Dos ejemplos típicos son la acción de la ionosfera sobre las ondas de radio y la acción de los cuerpos transparentes —sólidos o líquidos— sobre la luz.

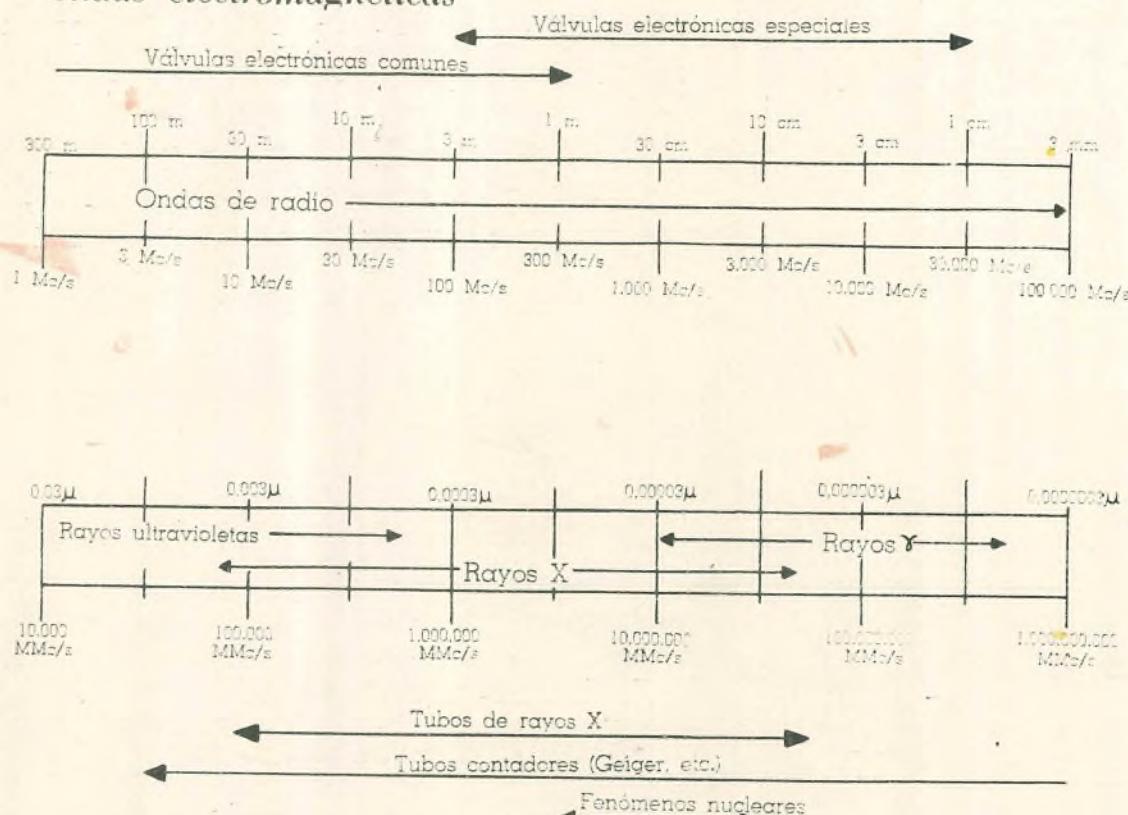
La ionosfera está formada por las altas capas atmosféricas ionizadas por diversas radiaciones procedentes del sol y otras fuentes. Hay allí electrones libres que entran a oscilar mecánicamente cuando son solicitados por el campo eléctrico de la onda. La oscilación electrónica de lugar a una reirradiación de energía con fase cambiada, a causa de que la masa del electrón se traduce eléctricamente en un efecto inductivo. Se puede demostrar analíticamente que el efecto final es que

la energía de la onda se propaga con velocidad menor que la correspondiente a la constante dieléctrica del medio (prácticamente la del vacío, en este caso). Debido a su masa, la amplitud de las oscilaciones del electrón disminuye al aumentar la frecuencia, por lo cual entonces la velocidad se acerca más a la del vacío. Como es de esperar, la acción de retardo es tanto más intensa cuanto mayor es la densidad electrónica.

La velocidad de propagación puede llegar a anularse a determinada altura para cierta frecuencia, y entonces todas las ondas, cuya frecuencia sea igual o menor, se reflejarán. Esta propiedad de reflejarse las ondas en la ionosfera permite establecer radiocomunicaciones a gran distancia, a pesar de la curvatura de la Tierra.

Las ondas electromagnéticas de longitud comparables a las dimensiones de los átomos sufren en el seno de los dieléctricos materiales una acción análoga a la experimentada por las ondas más largas en la ionosfera. Aquí son los electrones orbitales de los átomos del dieléctrico los que entran en oscilación por la acción del campo eléctrico de la onda. En una explicación algo simplista pueden considerarse estos electrones como puntos pesados sujetos a la acción de una fuerza central;

## ondas electromagnéticas



los cuales, si fueran apartados de su posición de equilibrio y luego puestos en libertad, entrarian en vibración a una frecuencia propia de resonancia  $f_0$ . Pueden ocurrir tres casos según la frecuencia  $f$  de la onda, sea menor, igual o mayor que  $f_0$ .

### II

- Si la frecuencia  $f$  de la onda es menor que la frecuencia  $f_0$  de resonancia, la velocidad de propagación es menor que la dada por la constante dieléctrica del medio, y disminuye al acercarse a la frecuencia de resonancia hasta valores próximos a  $f_0$ . Es el caso del cristal o vidrio común, cuya frecuencia de resonancia se encuentra en el ultravioleta, por lo cual la velocidad de propagación va disminuyendo hacia el violeta, y los colores del espectro se dispersan en la forma conocida, con índice de refracción creciente con la frecuencia, del rojo hacia el violeta.
- Cuando la frecuencia de la onda es igual a la de resonancia, hay absorción de energía por los electrones vibrantes. Ello ocurre, por ejem-

pio, con el vapor de sodio para un par de frecuencias situadas en el amarillo. Las frecuencias absorbidas son, precisamente, las que emiten el cuerpo cuando se lo vuelve luminoso (ley de Kirchhoff).

- Si la frecuencia es superior a la de resonancia, la velocidad es mayor que la normal para el dieléctrico, pero va tendiendo a esta última a medida que aumenta la frecuencia, de manera que el índice de refracción aumenta con la frecuencia como en el caso 1.

El gráfico permite ver cómo varía el índice de refracción en función de la frecuencia al pasar por la resonancia. Se observa, también, que el índice de refracción es muy pequeño para valores de  $f$  un poco menores que  $f_0$ ; y muy grande para  $f$  un poco mayor. En esta zona el índice de refracción disminuye con la frecuencia en lugar de aumentar y se tiene el fenómeno de la **dispersión anómala**. Se presenta, por ejemplo, en una solución alcohólica de fucsina, que tiene una banda de absorción en el verde y refracta más los rayos violetas que los rojos, aunque éstos, anaranjados y amarillos, se ordenan de la manera habitual (ejemplo de Robertson).

En la tabla 1 aparecen las principales divisiones del espectro de las ondas electromagnéticas, con sus respectivos límites de frecuencia y longitud de onda. Lo mismo se ve más detalladamente en la ilustración correspondiente, donde se indican, además, los principales aparatos usados para la generación y detección de las ondas, así como ciertas aplicaciones de las mismas.

Es interesante consignar que hoy día no existen espacios vacíos en el espectro, sino que el mismo es una gradación continua de ondulaciones de igual naturaleza, aunque de frecuencia distinta. Así es como, por ejemplo, Nichols y Tears obtuvieron por una parte ondas de solamente 0,22 mm. con aparatos eléctricos, mientras que por otro lado lograban, mediante filtros especiales, separar ondas infrarrojas de 0,4 mm., de la ra-

ción luminosa de un arco de mercurio. La falta de solución de continuidad entre el infrarrojo y la luz visible, o entre la luz visible y el ultravioleta, es a todas vistas evidente por cuanto los generadores de luz producen en general rayos infrarrojos y ultravioletas, y además, la placa fotográfica registra, según los casos, radiaciones de cualquiera de las tres clases, a las cuales corresponde, por ejemplo, una misma técnica de lentes.

Mediante redes de difracción se han medido rayos X de más de 200 Angstroms, mientras que en fuentes de tipo "luminoso" se han obtenido rayos ultravioletas de 40 Angstroms solamente. Los rayos X más duros (menor longitud de onda), presentan todas las propiedades de los rayos gamma más blandos.

### Ondas de radio

Las ondas de radio se generan haciendo pasar por una antena una corriente de alta frecuencia que produce directamente el campo electromagnético que se propaga en forma de ondas. Se ha dicho más arriba que estas ondas se refractan y reflejan en la ionosfera, por lo menos la de longitud superior a unos

5 metros, y con ello permite utilizarlas para efectuar comunicaciones a gran distancia.

También se pueden reflejar las ondas de radio en alambres, enrejados o placas metálicas. Cuando la longitud es pequeña, se construyen estructuras similares a las de óptica, como ocurre en el radar y en las comunicaciones entre puntos fijos por medio de lo que se llama "cable hertziano".

Las ondas muy cortas no se reflejan en la ionosfera; con ellas no se puede comunicar a gran distancia. Demostración espectacular de la no reflexión en la ionosfera ha sido la obtención de ecos de radar con ondas reflejadas en la Luna (Dewitt y otros, 1946) y que retornaban a la Tierra luego de un viaje de ida y vuelta de aproximadamente 2,5 segundos de duración.

En las longitudes de onda todavía menores se empiezan a observar fenómenos típicamente ópticos. Es así que para ondas de dos centímetros se presenta una banda de absorción por resonancia molecular en el vapor de agua, en un todo similar a las bandas de absorción que presenta el sodio, como ya vimos, en el amarillo del espectro luminoso.

#### Radiaciones infrarrojas, luminosas y ultravioletas

Las radiaciones electromagnéticas de frecuencia comprendida entre 760 y 375

millones de megaciclos por segundo — poco más de una octava — son perceptibles por el ojo humano como luz. A ambos lados de esta gama existen radiaciones que, si bien no excitan el ojo humano, poseen en gran parte las mismas propiedades que la luz. Tales son las radiaciones ultravioletas (21.400 a 956.000 megaciclos por segundo). La tabla II da las frecuencias en megaciclos

consiste en suministrar energía a un cuerpo, de manera que un electrón situado a un determinado nivel de energía, salte a un nivel superior. La luz es producida, entonces, cuando el electrón vuelve al nivel de origen. Según que la energía se suministre calentando al cuerpo o en otra forma cualquiera, se trata de incandescencia o luminiscencia. En el primer caso se hallan las lámparas eléctricas a filamento, las llamas y el arco voltaico. Son generadores de luz por luminiscencia los tubos de descarga eléctrica y los tubos fluorescentes.

#### Rayos X y Rayos $\gamma$

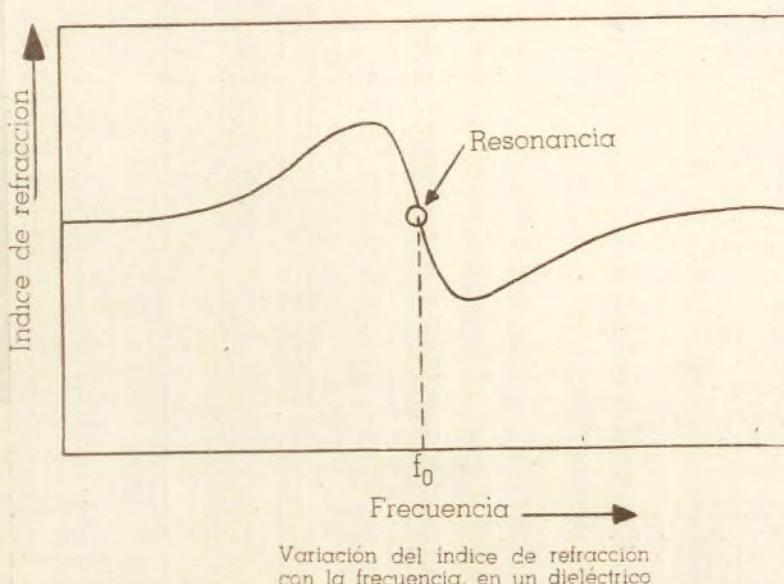
Los rayos X se producen cuando electrones de alta velocidad chocan contra un anticátodo metálico. Estos rayos atraviesan muchos cuerpos que son opacos para la luz, y tienen importantes aplicaciones en la industria y la medicina.

Los rayos X se difractan en los cristales, lo cual se aprovecha para determinar longitudes de onda y también para estudiar estructuras cristalinas.

Se ha hallado una técnica para difractar rayos X con placas rayadas, como si se tratara de luz.

Los rayos  $\gamma$  son emitidos por las substancias radiactivas y se producen, además, en diversas reacciones nucleares.

En cuanto a la radiación electromagnética que puedan contener los rayos cósmicos, es ella todavía objeto de controversia.



por segundo y las longitudes de onda en micrones para las principales radiaciones de la zona visible y sus cercanías.

Dada las dimensiones de estas ondas, sólo pueden ser emitidas por las partículas eléctricas que forman a los átomos y moléculas. En general, puede decirse que el mecanismo de la emisión

#### Argentina Realizó la Liberación Controlada de...

(Continuación de la pág. 5)

tán distantes entre sí y a largas distancias de dichas usinas.

"Isótopos estables y radioactivos, obtenidos en forma simultánea como productos secundarios, serán empleados en la investigación y puestos a disposición de la ciencia.

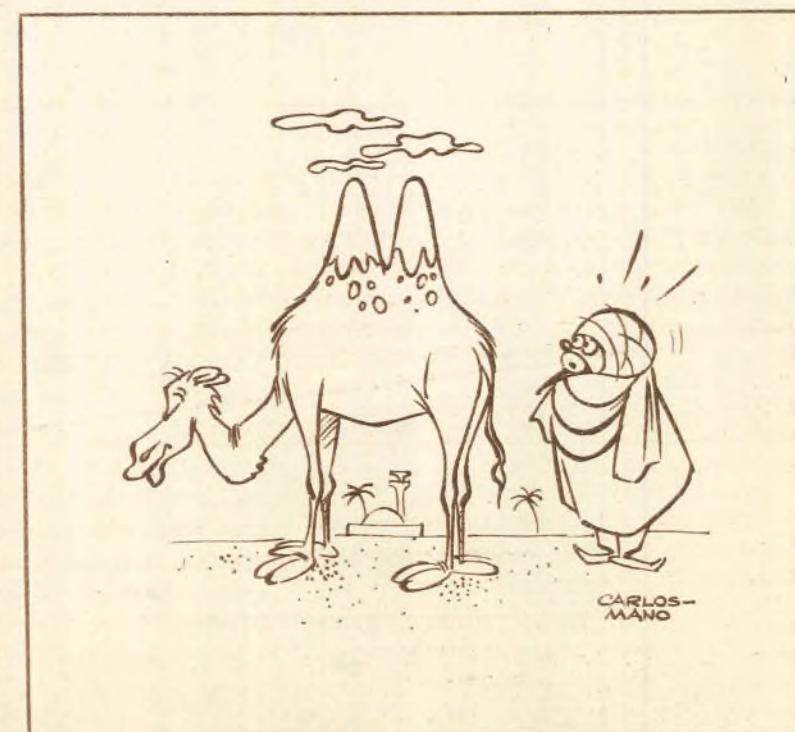
"Por último conviene destacar que la Argentina quiere, una vez más, dar con esto un ejemplo acerca de la posibilidad de aplicar los progresos científicos en beneficio de su pueblo y de la humanidad.

#### "LLAMADO AL PUEBLO ARGENTINO

"He querido informar al pueblo de la República, con la seriedad y veracidad que es mi costumbre, sobre un hecho que será trascendental para su vida futura y, no lo dudo,

para el mundo. Al hacerlo, abrigo la esperanza y exhorto a todos los argentinos a colaborar en este gran proyecto, que se traducirá en un enorme beneficio para nuestro país.

"Cada uno ha de poner de su parte lo que pueda para ayudar, en su esfera de acción, al triunfo final de esta empresa destinada exclusivamente a la grandeza de la Patria y a la felicidad de sus hijos. En la empresa hemos de empeñarnos todos para "realizar el éxito", quien con sus conocimientos, su estudio o su abnegación; quien con sus medios materiales; quien con su trabajo y su esfuerzo. A todos puede deberles la Patria, en el futuro, una grandeza que hoy ni siquiera podemos imaginar. Que así sea."



cisión relativa de los prototipos de platino, mediante patrones de dimensiones mucho más reducidas y sin exigir el grabado de trazos.

Por tal motivo, el Comité Internacional decidió la construcción de patrones entre extremo de cuarzo, de longitudes comprendidas entre 1 y 10 cm., constituidos por prismas rectos a caras terminales planas y paralelas.

Siguiendo la misma idea, el profesor finés Väisälä hizo construir, para usos geodésicos, patrones de cuarzo de 1 m. de longitud, construidos por tubos de dicho material de 2 cm. de diámetro, cuyos extremos están constituidos por lentes plano-convexas de cuarzo cementadas al cuerpo del patrón. La superficie exterior de una de las lentes tiene medio metro de radio y la otra 1 m. El patrón se emplea apoyado en sus puntos de Bessel y su coeficiente de dilatación es de sólo  $0,4 \cdot 10^{-6}$ .

Para la utilización de este tipo de patrón construyó Väisälä un comparador a interferencias, con el que midió la base geodésica de Nummela, de 864 m. de longitud, del Instituto Geodésico de Finlandia, y efectuó diversas investigaciones de alambres invar.

Ultimamente se ha llegado a la trasmutación del oro en el isótopo de mercurio 198, mediante el bombardeo neutrónico de oro durante uno a dos años. Estudiado el espectro correspondiente desde el punto de vista de la utilización de una dada radiación luminosa con fines metroológicos, se ha llegado a la conclusión de que la raya verde del mercurio 198 ofrece ventajas notablemente superiores a las de la raya roja del cadmio, para constituir un testimonio conservador de la longitud del metro a través del tiempo con seguridad prácticamente absoluta (5).

En el campo de la metrología geodésica se utilizan los prototipos distribuidos en 1889 para determinar la longitud de reglas de metal invar de 4 m. de longitud y mediante ellas la de alambres y cintas flexibles del mismo metal, mucho más largas, que constituyen en definitiva los instrumentos actualmente empleados para la medición de las bases geodésicas.

El invar es una aleación de hierro-níquel, de 36 % de níquel, 64 % de hierro, con pequeños agregados de otros metales, no mayor del 0,5 %, a fin de dar a la aleación ciertas condiciones necesarias. La característica principal del invar es una falta de sensibilidad a las variaciones de temperatura, condición de fundamental importancia en el campo de la metrología de precisión.

De la planilla en que figura la distribución de los prototipos, dada con anterioridad, se deduce que la República Argentina, a pesar de haber estado representada en la célebre Convención del Metro de 1875, no posee todavía el prototipo nacional de platino-iridiado, lo cual ha obligado y obliga a enviar periódica-

## M E T R O

(Continuación de la pág. 30)

mente sus instrumentos de medición lineal a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas para su contraste.

La falta de prototipo plantea una situación crítica y de difícil solución a todos los países que integran las Américas, a excepción de México y los Estados Unidos, que poseen sus prototipos. Por tal motivo nuestro país presentó a consideración de la Octava Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, reunida en Oslo, Noruega, del 19 al 28 de agosto de 1948, la necesidad de proceder a la construcción de nuevos ejemplares del prototipo internacional, pero la magnitud del problema a encarar, principalmente en su aspecto económico, indujeron a la Asamblea a poner la cuestión a consideración del Comité Internacional de Pesas y Medidas que debía reunirse en París el mes de octubre de 1948, en el que no se llegó a ninguna solución práctica. Ultimamente el mismo problema fué planteado ante la Quinta Asamblea General del Instituto Panamericano de Geografía e Historia que tuvo lugar en Santiago de Chile del 16 al 29 de octubre de 1950, en el que se encomendó a este Instituto Panamericano

buscar una solución a tan importante cuestión.

La solución de este problema abriría indudablemente un periodo de trascendental importancia metrológica en las Américas.

(1) El Metro de los Archivos de Francia, tenía dos testigos, el "Metro del Conservatorio" y el "Metro del Observatorio", construidos de una aleación idéntica. Estas reglas testigo tienen 25 mm. de ancho y 3,5 mm. de espesor.

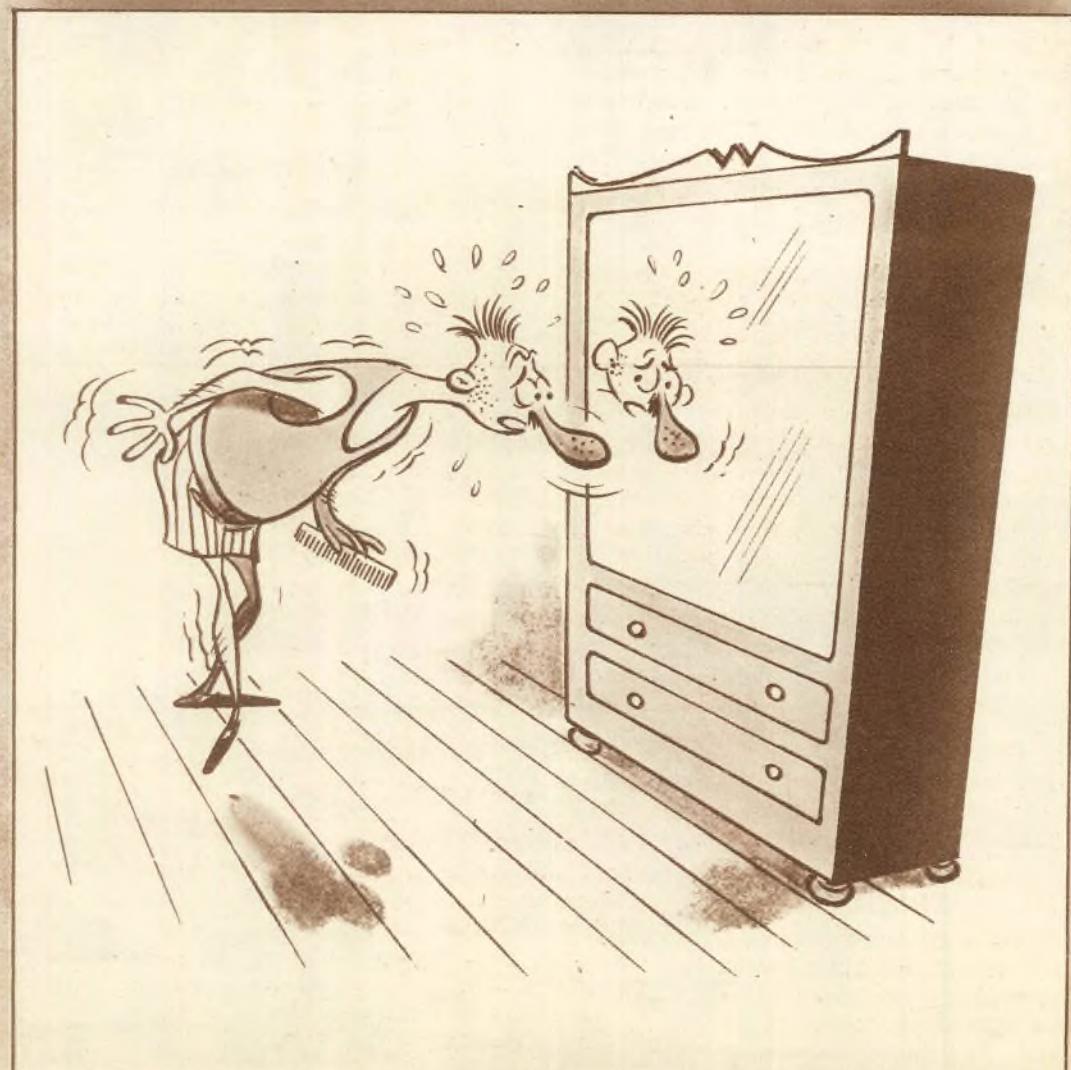
(2) Integrada por miembros del Comité Internacional y de la Sección Francesa.

(3) El patrón a trazos, designado por el símbolo  $I_2$ , fué considerado como prototipo provisional; fué remitido al Comité Internacional por la Sección Francesa el 22 de abril de 1882.

(4) La escala termométrica normal para el Servicio Internacional de Pesas y Medidas está constituida por la escala centígrada del termómetro a hidrógeno que tiene por puntos fijos la temperatura del hielo fundente ( $0^\circ$ ) y la del vapor de agua destilado en ebullición ( $100^\circ$ ) bajo la presión atmosférica normal, y el hidrógeno tomado bajo presión manométrica de 1 metro de mercurio: a  $\frac{1000}{760} = 1,3158$  de la presión atmosférica normal

(5) Ya en 1889 Gould había llamado la atención sobre las ventajas de la radiación verde del mercurio para establecer un patrón natural en sustitución de la regla de platino.

La mayor parte de los datos técnicos han sido tomados de publicaciones oficiales de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.





— No puede equivocarse, señor; la del medio, ésa de techo rojo, es la casa del profesor.

**E**n la Argentina, desde los tiempos de la colonia en que se efectuaron las primeras vacunaciones antivariolicas, muchos fueron los estudios y experiencias realizados con el objeto de perfeccionar el método de conservación de esas vacunas. En la actualidad el doctor Carlos M. Harispe, jefe de la sección vacuna antivariólica del Instituto Bacteriológico Malbrán, ha logrado obtener la vacuna antivariólica disecada, la que ya ha sido probada con un excelente grado de eficiencia.

Por tal motivo entrevistamos al doctor Harispe a fin de que nos hable sobre sus trabajos.



Desde que se declaró la vacunación obligatoria por imperio de la ley 4.202, se crearon los organismos encargados de cumplirla con los recaudos más perfectos que se pudieron obtener en los medios científicos más adelantados de los países que ya habían adoptado este valioso medio de profilaxis.

Así es como se creó el "Conservatorio Nacional de Vacuna", donde se aplicaron los métodos más perfeccionados para obtener la "linfa vaccinal", inobjetable desde todo punto de vista, para lo cual se proveyó de los elementos más modernos que se pudieron obtener en aquella época en cuanto a material operatorio, locales y personal especializado en la obtención de tan preciado elemento vaccinal.

## VACUNA ANTIVARIOLOGICA DESECADA

— ¿Cuál es, doctor Harispe, el problema que más preocupa sobre la materia?

— Uno de los problemas que siempre ha preocupado a todos los que se dedican a esta especialidad, es el de obtener una linfa desprovista de gérmenes adventicios al propio virus vaccinal que se cosecha de las pústulas desarrolladas en la piel de los terneros inoculados a tal efecto; este problema aun se halla en discusión, pues investigadores muy renombrados aseguran que estos gérmenes "banales" hasta ayudarían a conservar al virus vaccinal en su integridad y potencialidad efectivas, pero nosotros procuramos siempre que nuestras lintas los contengan en el menor número posible, es decir, purificado al máximo.

— ¿Hay algún procedimiento para obtener ese máximo de purificación?

— Para tal objeto hasta se ha pensado "cultivar" el virus en otros seres vivos, ya que éste no se puede desarrollar fuera de la célula viva y en plena producción; a tal efecto se ha utilizado el tejido embrionario de los pollos que comienzan a desarrollar —9 a 11 días de incubación—, don-



EL DOCTOR HARISPE HABLA DE SUS EXPERIENCIAS

UN PROCESO QUE DEJA DE SER DIFÍCIL Y ONEROZO

de se obtienen cosechas asépticas de virus vaccinal; pero el inconveniente se ha producido al comprobar que el virus

cambia de "apetencias" al desarrollarse el tejido en evolución incompleta, haciéndose agresivo para ciertos órganos

y tejidos, condición que no tiene el virus "cultivado" en piel de ternera; otra particularidad que adquiere es la de

adaptarse rápidamente a esta nueva especie, perdiendo potencialidad para las especies originales mamíferas (vacuno-hombre), por lo cual, aun cuando se aplica, tal vez, en algunos países, generalmente se ha desecharo hasta tener más experiencia.

"En este Instituto hemos logrado perfeccionar la purificación de los virus obtenidos mediante la vacunación de terneras con soluciones de cloruro de sodio al 0,5 % fenicadas al 0,6 %, lo que permite conservar muy buenas vacunas al conservarse casi íntegramente su virulencia original después del proceso en cada una de las "cepas" tratadas.

"Esta etapa de la preparación del virus vacinal es seguida cuidadosamente mediante delicados exámenes de la "flora microbiana" en "placas de Petri", no solamente a los efectos de contar el número de ellos, sino también para identificarlos y clasificarlos, especialmente el contenido de los llamados "anaerobios", entre los que se podría hallar el temible bacilo de Nicolaier que provoca el tétano, antecedente desconocido en nuestro país, pero que sin embargo ha provocado lamentables accidentes.

tes en Estados Unidos de Norteamérica.

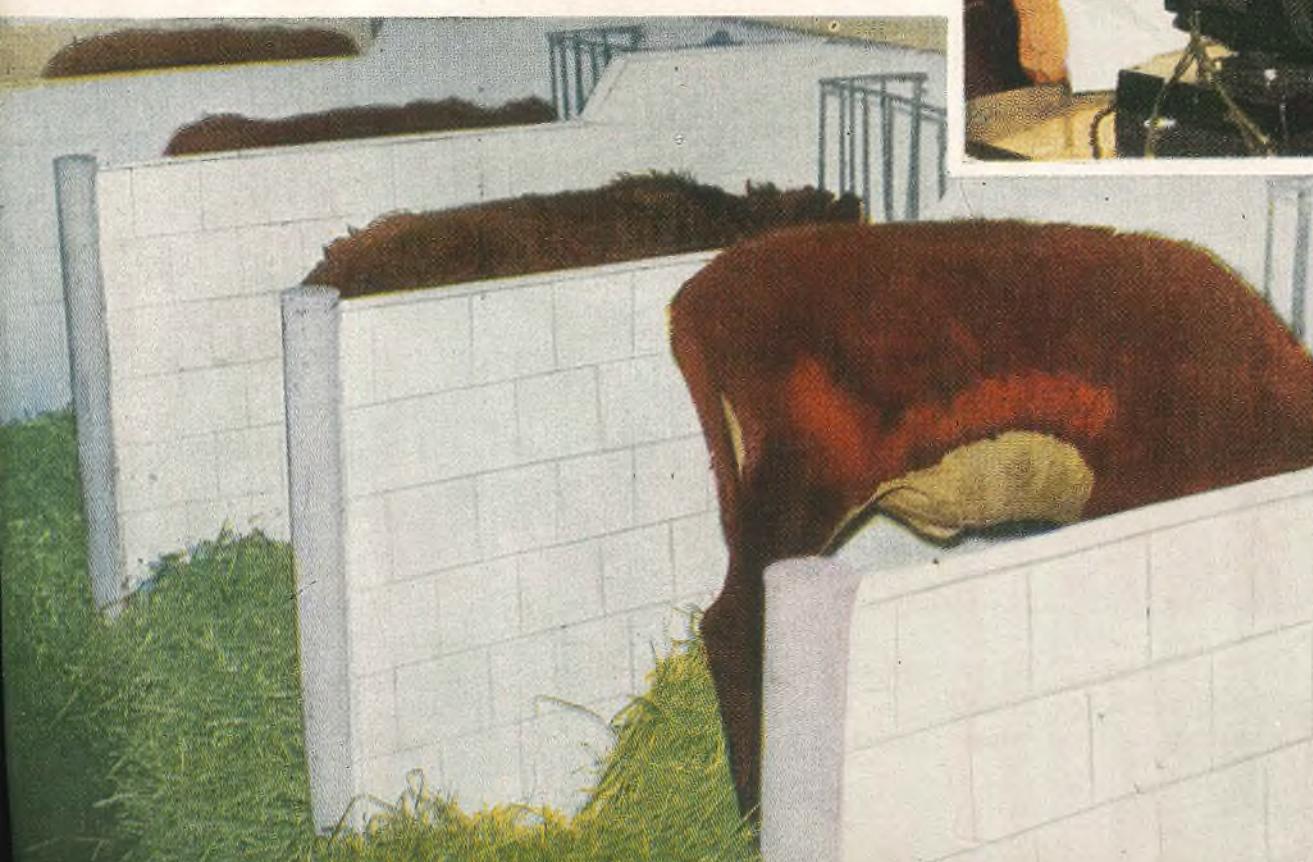
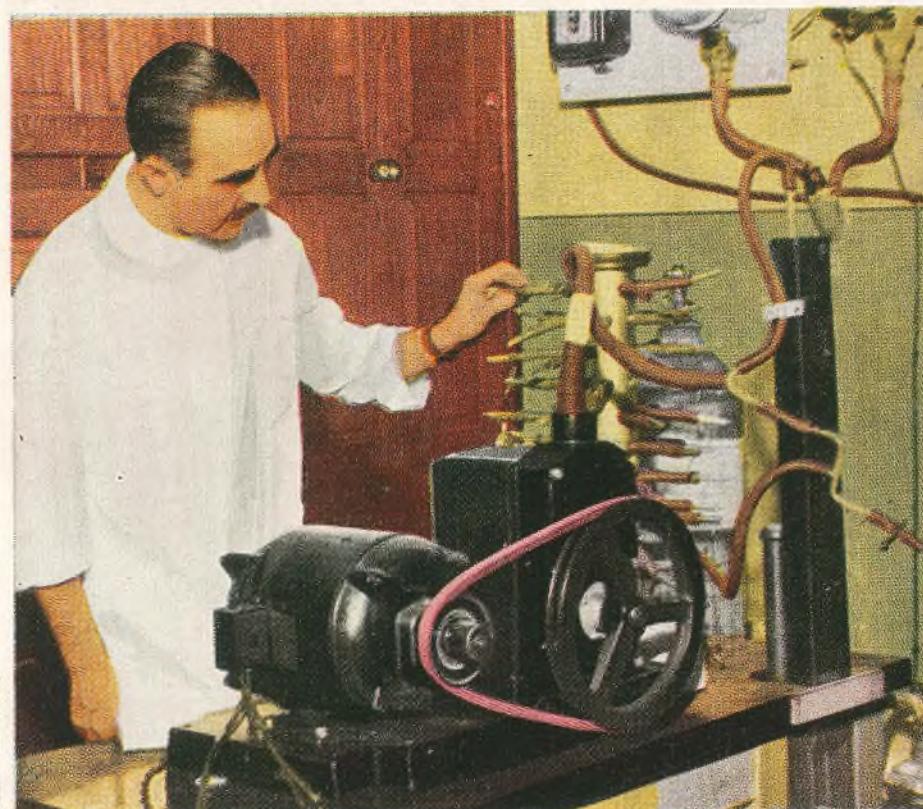
"Este proceso de purificación es seguido atentamente, también en lo que se refiere al mantenimiento de su "virulencia", o dicho de otro modo, al poder de infección. Para ello se efectúan pruebas sobre la piel depilada y escarificada de conejos de 2 kilogramos de peso, según las indicaciones de Calmette y Leake; generalmente las "linfas" nuestras se expiden con títulos de alto valor "full-potency" y con gran cantidad de elementos vacinantes activos para compensar las alternativas de las altas temperaturas a que se hallan expuestas durante el transporte al tener que usarse en épocas impropias para esta profilaxis, como son los meses del estío.

— La temperatura de nuestro país ¿permite la buena conservación del poder vacunante de las linfas?

— Justamente, el problema que siempre tuvimos en este Instituto es el poder vacunante de las linfas, pues nuestro territorio nacional es muy extenso, y puede decirse que contiene en sus ámbitos todos los climas, y si se considera que casi sus dos terceras partes se

hallan ubicadas sobre el paralelo 40, y que las partes más alejadas del país en su extremo norte se hallan expuestas periódicamente a problemas de infección variólica en su frontera con las repúblicas de Bolivia, Paraguay y Brasil, es que siempre nos inquieta cómo dicha vacuna llega y cómo se conserva antes de ser utilizada con provecho, sobre todo en la época de los grandes calores; las mejores campañas de vacunación se han efectuado en los meses fríos en cualquier región del país. Además, en los prospectos con que se acompaña este producto se insiste en el efecto des-

## ARGENTINA RESOLVIO EL PROBLEMA CON LA DESHIDRATACION DE LAS LINFAS CONGELADAS CON METODO PROPIO



tructor del calor a más de 4 ó 5 grados centígrados.

— Pero en la actualidad, doctor, ese problema se solucionará con la vacuna antivariólica desecada...

— Efectivamente. Conociendo la solución dada a este problema por países que deben afrontar condiciones parecidas de temperatura-transporte y conservación, hemos observado lo hecho por Francia en su

Animales con cow-pox en evolución

extenso territorio colonial. Este país lo ha resuelto mediante el conocido método de la deshidratación de las linfás congeladas. Nosotros, abocados a resolver tal problema, hemos adoptado un método parecido, teniendo en cuenta los trabajos efectuados por los investigadores japoneses Yaoi y Kasai, que en 1930 consiguieron, por medio de la precipitación de las linfás diluidas en solución fisiológica, por congelaciones seriadas y centrifugación, una disminución ponderable de gérmenes; por los recientes trabajos efectuados en diversas partes del mundo, aplicando antibióticos como la penicilina y la estreptomicina, como también el método de purificación recomendado en Inglaterra, que es el de incorporar a las linfás soluciones al 1/10.000 de "zobenol", compuesto de amonio cuaternario, que a esa solución no perjudica la vitalidad del virus. De esta forma obtuvimos un método viable para la obtención de un producto prácticamente purificado, apto para la desecación.

"Esta etapa de la preparación ha sido resuelta por "llofilización", o sea la desecación por alto vacío combinado con la aplicación de intenso frío, para lo cual, una vez envasado asepticamente el producto en ampollas especiales, de paredes de vidrio neutro y suficientemente resistente, con una tubuladura para aplicar a la máquina deshidratadora, se congela en una primera etapa la linfa preparada en las paredes de la ampolla, formando así una capa fina que se adhiere en forma de película; luego se sumerge dicha ampolla en un baño de alcohol con nieve carbónica enfriado a -60 grados centígrados.

— ¿Y el vapor de agua que aun contiene?

— Luego de esta primera faz de la preparación se aplica cada ampolla a un dispositivo que denominamos "erizo", que está formado por una serie de tubos de goma para vacío cri-

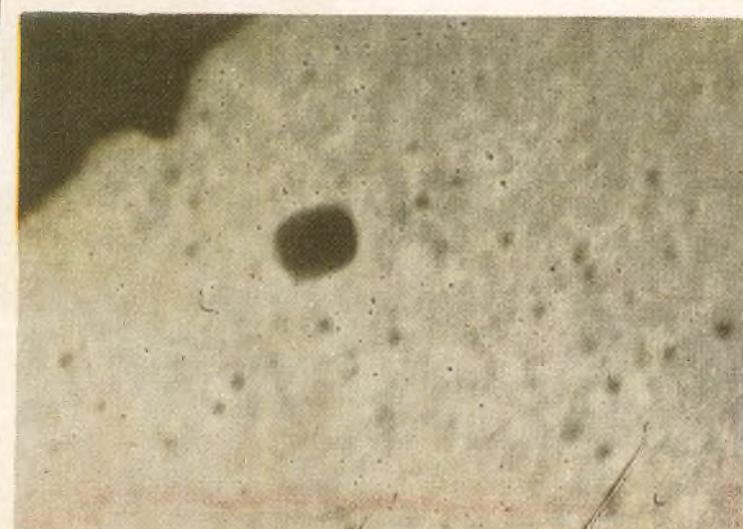
heridos, a su vez, a una columna de dobles paredes, en cuyo espacio tubular central se coloca nieve carbónica, que al enfriar intensamente dicho sistema, condensa el vapor de agua, extraído mediante la succión de una bomba "cencomeganax" de alto vacío.

"La operación de bombeo dura generalmente de 4 a 5 horas, durante las cuales se debe mantener constantemente la nieve carbónica en la columna condensadora; al término de la operación se cierran las ampollas, conservando el vacío mantenido o reemplazándolo con gas inerte, como el nitrógeno o el anhídrido carbónico.

"El contralor biológico es severo, y se debe efectuar exámenes antes de la operación de liofilización con una "cepa" ya muy estudiada desde



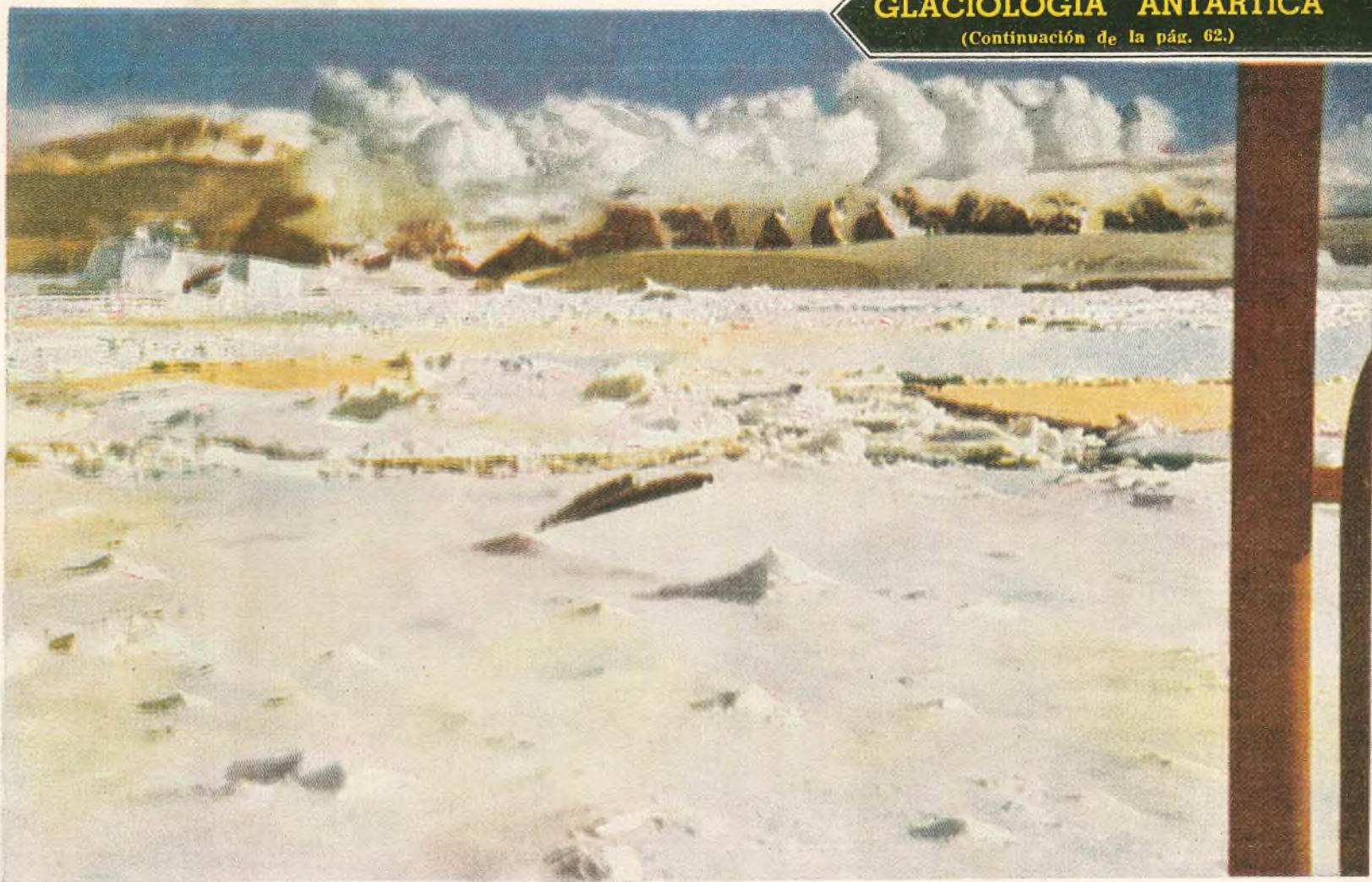
Un aspecto del examen bacteriológico en las placas de Petri.



Aspecto de los corpúsculos elementales de virus vacinal, obtenidos por el Dr. M. H. Pappalardo mediante el microscopio electrónico.

todo punto de vista, después del cierre de las ampollas y luego de una prueba de resistencia a las temperaturas probables (37°) a que se hallará expuesta en los ambientes antes mencionados."

Todas estas experiencias realizadas por el doctor Harrispe fueron efectuadas en una pequeña planta de laboratorio las que servirán para cuando funcione la planta industrial que permita satisfacer todos los pedidos que deberán atenderse, sin lugar a dudas, ya que se puede decir que la producción de la vacuna anti-variólica desecada ha dejado de ser para la Argentina un proceso difícil y oneroso.



especie de niebla, parece que humeara, a causa de la gran diferencia entre el aire y el agua. El espesor del hielo marino es sumamente variable y puede oscilar entre pocos centímetros y varios metros. Scott logró medir un espesor de dos metros y medio, y Byrd se quejaba de que los submarinos no prestaban gran utilidad cuando se encontraban en un "pack" cerrado de algunos metros de espesor.

En el mar de Weddell se han observado enormes lomos sobre el hielo de mar originados por las presiones producidas por las fuertes corrientes y la acción eólica. La formación del "pack" se realiza en las bahías tranquilas y reparadas y luego va extendiéndose poco a poco y aumentando con las nevadas.

En oportunidades, por acción del oleaje o las corrientes, el "pack" se quiebra y va fragmentándose en trozos más pequeños, los cuales al chocar entre sí se redondean y forman el denominado "pancake ice", o sea hielo panqueque.

Como es de imaginar, la presencia del "pack" es siempre

desagradable para la navegación; si se trataba de un "pack" muy cerrado la situación puede tornarse harto peligrosa, ya que quita toda posibilidad de poder maniobrar libremente; en casos desesperantes el

rumbo queda a merced de las corrientes como ocurrió con el Endurance, barco de la expedición Shackleton, que halló fin entre los hielos del mar de Weddell, o el Fram, la heroica nave de Amundsen, cuyo di-

"Pack" muy cerrado con pequeños lomos de presión sobre el hielo.

señador Nansen, para probar su capacidad de resistencia, la dejó arrastrar durante semanas entre los hielos del ártico.

## LA FENOLOGIA

En el aspecto geográfico, el ingeniero agrónomo Juan J. Burgos ha trazado la carta de siembra de papa para la región pampeana; el ingeniero agrónomo Antonio J. Pascale, las cartas fenológicas del trigo, y el ingeniero agrónomo Juan J. Puchulu, las del lino. Estos estudios son de fundamental importancia para la realización racional y científica de la agricultura y aportan importantes contribuciones en el campo de la fisiología vegetal. El material fenológico registrado permitirá trazar las cartas correspondientes a otros cultivos, tales como plantas forrajeras, árboles frutales y forestales.

Aprovechando la circunstancia de haberse registrado an-

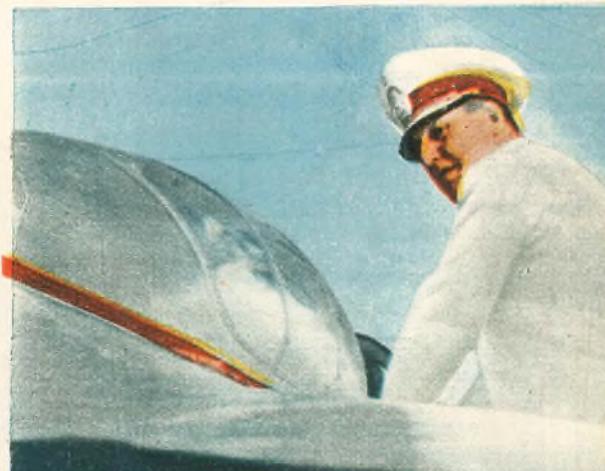
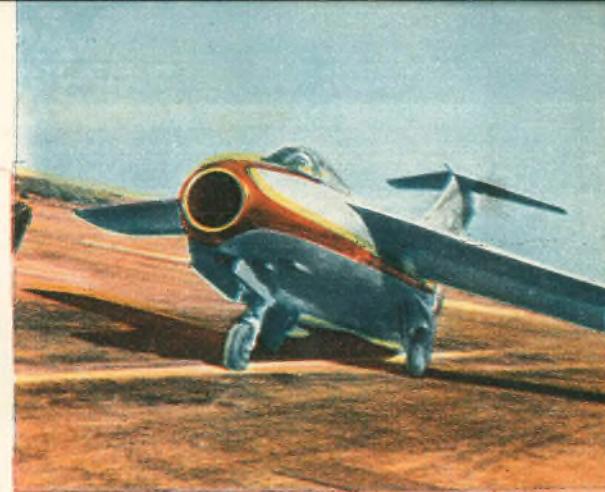
ualías fenológicas como consecuencia de años con inviernos extremadamente benignos, en colaboración con el ingeniero agrónomo Juan J. Burgos hemos analizado primeramente la influencia de estas anomalías en todo el país mediante un estudio de orden geográfico. Más adelante se podrán determinar también, mediante la fenología, los trastornos que se producen en la biología de los árboles de follaje caduco cuando las condiciones meteorológicas presentan las características mencionadas. Y como contribución práctica se llega a la conclusión de que en las regiones expuestas a la falta de frío invernal —que abarcan gran parte de nuestro país— el rendimiento de los

(Continuación de la pág. 19.)

árboles frutales presenta una estrecha correlación con la intensidad del frío recibido.

La fenología es, asimismo, un valioso auxiliar para el urbanismo y para el planeamiento de parques y jardines. En este sentido podemos destacar que en el país se está estudiando la fenología de árboles criollos ornamentales.

En definitiva, la fenología, al estudiar el dinamismo biológico de los seres vivos, se constituye en una ciencia o método científico que, mediante la observación de las manifestaciones de la actividad biológica de los seres vivos, llega a conocer la causa que los determina y a extraer importantes conclusiones de orden teórico y práctico.



*Vimos volar el "Pulqui II"... Pasó ante nuestros ojos como una flecha, rudo, flamígero, como si su nombre se hubiera corporizado, infundiendo vida y aliento a la palpitante masa de metal. Esa flecha plateada que rasgó la limpia y fresca atmósfera mañanera está muy lejos de ser sólo un artificio mecánico; es un objeto animado, sensible y dócil a la voluntad del hombre que concibió la máquina y que luego de dirigir su construcción concluyó por llevarla a la altura y desafiar las leyes físicas, alcanzando la velocidad del sonido, en una refirmación de la voluntad que el hombre impone sobre las cosas que él crea.*

ESTE fué el significado del primer vuelo que el "Pulqui II" realizó en el cielo de Buenos Aires. Millares de personas vieron satisfecha su curiosidad en el aeroparque — plataforma de vuelo emplazada en el propio corazón de la ciudad— cuando el "Pulqui II" atronó el espacio con el culido casi sobrenatural de su potente turbina, cruzando en el aire a mil kilómetros por hora. Y un clamor de asombro, trocado en seguida por la aclamación y el aplauso unánimes, rubricó la meteórica ascensión de la aeronave que trepaba devora-

rando las alturas y las distancias. Es que en todos los espectadores estaba firme la neta convicción de hallarse en presencia de una manifestación más de lo que en el orden constructivo representan las realizaciones de la Argentina Justicialista. Nada se había dicho hasta entonces; tampoco nada se había prometido; pero el "Pulqui II" se ejecutó como tantas otras cosas se vienen haciendo en el país desde hace un lustro. Sin el apoyo visionario del general Juan Perón, la Argentina no ofrecería el panorama que hoy se muestra a la ciudadanía y a la ad-

# PULQUI - II

CULMINA EL PLAN QUINQUENAL

Con las alas finas como el filo de navaja y a más de 1.000 kilómetros por hora voló el "Pulqui II", ante la admiración del pueblo.

P.O.R.  
A. B. ARMODIO

miración del mundo entero, panorama que constituye, por más de una razón, motivo de justificado orgullo para los argentinos. Y quizás podría afirmarse también que, de no mediar ese apoyo entusiasta del General Perón, ni en sueños la aeronáutica mostraría el desarrollo, la capacidad y también la madurez con que se ha revelado en menos de dos lustros de autonomía orgánica y funcional. Y tampoco, como es natural, hubiéramos tenido ocasión de asistir, en el maravilloso escenario del aeroparque, al espectáculo magnífico del "Pulqui II", volando como una saeta de plata o desfilando imponente y majestuoso al quinto de su velocidad. Estas son las reflexiones que inevitablemente surgen cuando se enlaza en un recuerdo común la exhibición del "Pulqui II" al primer magistrado de la Nación, General Juan Perón, y a las autoridades nacionales, representantes diplomáticos y pueblo de la capital, confrontando ese hecho con las actividades que en el primer cuarto de siglo desplegaban nuestros aviadores en El Palomar.

Ahora —y el "Pulqui II" es el testimonio más reciente entre otros muchos— nada se escatima para llevar adelante la empresa; todos, con su acción perseverante y tenaz, superan las dificultades, sin reparar en sacrificios, pues hay un ideal que los mueve, un ideal que los incita, ideal que está apoyado en la firme e invariable decisión de quienes rigen los destinos de la patria. Contrastá este cuadro pleno de optimismo —repetimos— con lo que acontecía entre la segunda y tercera década del siglo. Idéntico entusiasmo y coraje movían a nuestros aviadores, aplaudidos y respetados por el pueblo, que adivinaba, sin embargo, la esterilidad de sus esfuerzos y sacrificios. Pero había otros hombres en el timón del país; ellos no conjugaban con igual ardor y celo el imperativo superior de "servir a la patria"; y en su miopía no advertían, o no querían advertir, lo incontenible del proceso renovador que en la vida de los hombres y de los pueblos significaba el advenimiento, fatal e inexorable, de la era del aire.

Y que ese advenimiento era inexorable lo afirmaba el General Perón en 1946, al decir que todavía estaban recientes los tiempos en que se veía a la aeronáutica como el medio de transporte del porvenir. "Pues bien —agregaba el jefe de Estado—, esa visión ideal de hace poco, es hoy una hermosa realidad. El avión no es una promesa del futuro, sino una maravilla del presente. No pasarán muchos años sin que él empiece a ser un recuerdo del pasado, algo que empiece a ser superado; porque la humanidad, en su ansia de progreso, buscará nuevos horizontes a su actividad y nue-

vas aplicaciones a su genio. El soplo divino que se refleja en la inteligencia de los hombres, en su anhelo de perfeccionamiento, tiene un campo ilimitado para sus posibilidades creadoras. En la lucha emprendida contra el tiempo y la distancia, la aviación —concluía el General Perón— representa una gran victoria que, como todas ellas, no se consigue sin víctimas ni héroes."

El tiempo ha confirmado el contenido profético de las palabras que un lustro atrás vertió el general Perón respecto del porvenir de la aviación. Y para testimoniar el acierto visionario de su pensamiento de estadista, ahí tenemos al "Pulqui II".

#### UNA MIRADA POR FUERA

Dejemos ahora descansar nuestros ojos en el "Pulqui II". Primero echaremos una mirada por fuera de ese avión que, como la traducción de su nombre indígena, tiene figura y movimientos de flecha. Un fuselaje casi tubular, de aluminio liso y pulido, sin un solo relieve en su ahusada superficie; ese fuselaje encierra, junto con la tremenda potencia generada por la turbina de reacción, también los más delicados y complejos instrumentos. El fuselaje mide, de nariz o cola, 11,60 metros, y en su primer tercio están encastados los planos. Como el fuselaje, las alas son de aluminio y la estructura de ambos también es metálica. Para vencer la enorme resistencia que el aire opone cuando la velocidad de traslación alcanza niveles elevados, el perfil de los planos debe ser muy delgado. Prácticamente, el volumen y peso de las alas en el "Pulqui II" ha sido previsto para que, manteniendo intacta, con amplio margen de seguridad, la resistencia de la estructura ante las enormes presiones del vuelo a alta velocidad, no resultaran afectadas las condiciones de sustentación, maniobrabilidad y seguridad de la aeronave.

#### ALAS COMO EL FILO DE UNA NAVAJA

Por eso las alas del "Pulqui II" son finas como el filo de

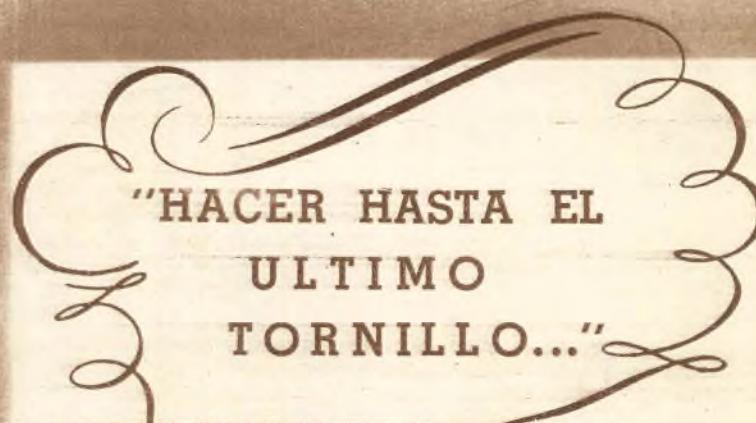
una navaja. Su envergadura, de 10,60 metros y la superficie alar de 25 metros cuadrados, aseguran la mínima sustentación en vuelo; el resto lo hace la enorme velocidad que alcanza la máquina. Por eso es también que cuando aterriza, el "Pulqui II" lo hace a más de 170 kilómetros por hora, y por eso es, igualmente, que al volar en el aeroparque y efectuar un pasaje a velocidad reducida —210 kilómetros— parecía bailotear en el espacio. Con la turbina funcionando al régimen más bajo de revoluciones y con los "flaps" o trenes de aire aplicados en su ángulo máximo, el "Pulqui II" parecía volar muy suavemente al alcanzarlo los pequeños remolinos o turbulencias de la atmósfera.

Además, las alas del "Pulqui II", con su pronunciada inclinación hacia atrás, le confieren un aspecto poco común. Ese ángulo de los planos o "flecha" es de 40° con respecto

al fuselaje; y también se advierte que los extremos de las alas están más próximos hacia el suelo. Ese desnivel o diedro negativo se ha generalizado, después de múltiples ensayos e investigaciones en los laboratorios y toneles de viento, en el diseño de aviones de alta velocidad.

#### REMOLINOS ELIMINADOS

Siguiendo con la mirada hacia la parte posterior del "Pulqui II", otro detalle sorprende también, por lo poco común, al observador. Son las superficies de cola.



**B** ROCHE de oro de la magnífica jornada fueron las palabras del presidente de la República, al afirmar que "la aeronáutica, lo que es y lo que será, se lo debe a sí misma; yo no he puesto en esto nada más que buena voluntad, y el trabajo, el tesón y las conquistas que van obteniendo los aviadores argentinos es obra de ellos, y no mía. Es indudable —agregó— que estos jalones de la aeronáutica son para mí motivo de júbilo, como para todos los aviadores, porque no solamente he compartido sus inquietudes y sus buenos deseos, sino también esos horas de preocupación para poder tener nosotros una aeronáutica a la altura de lo que la República Argentina merece tener. Los primeros jalones los hemos puestos nosotros, pero queda aun un inmenso futuro que llenar; eso será obra de los aviadores y, sobre todo, de los pilotos jóvenes, de los muchachos que nos han de suceder para seguir marcando rumbos en la conquista del cielo argentino".

Tras una exaltada recordación a los hombres que trabajaron en la concepción y construcción del "Pul-

Generalmente, el plano fijo posterior al cual van agregados los timones de profundidad o superficies de control, está sólidamente incorporado al fuselaje, pero cuando se trata de aviones de alta velocidad, donde a los problemas aerodinámicos se une la necesidad de eliminar toda fuente probable de vibraciones, ruptura de equilibrio o influencias parásitas, se quiebra la ortodoxia del diseño y se imponen las normas revolucionarias. Así es como en el "Pulqui II" el plano fijo de cola, con los timones de profundidad, fué elevado hasta el extremo superior de la superficie de deriva o parte tija del timón de dirección, también éste de dimensiones considerables. Colocado allí a 3,30 metros del suelo, el plano fijo de cola o empenaje está libre de los remolinos que pudieran originarse cuando el avión vuela a más de 900 kilómetros, remolinos que generalmente son causados por las masas de aire que desplazan las alas al atra-

vesar la atmósfera. Y también ese plano de cola tiene forma flechada para disminuir la resistencia al avance, mientras que el plano de deriva, con el timón vertical, presenta análoga disposición, considerablemente dirigido hacia atrás.

Tal como ha sido concebido y construido, el "Pulqui II" posee, desde el punto de vista del pilotaje, las mayores garantías en cuanto a estabilidad y facilidad de maniobra, mientras que su rendimiento en el vuelo a la velocidad del sonido, está asegurado por su "limpieza" exterior y la penetración de sus planos afilados y fuselaje aguzado.

#### EL TRENA DE ATERRIZAJE

Para desplazarse en tierra, tiene el "Pulqui II" un tren de aterrizaje triciclo que se retrae al interior del fuselaje cuando el avión emprende el vuelo. Las ruedas principales se pliegan y alojan a ambos lados del fuselaje, en sendos habitáculos bajo las alas, quedan-

do totalmente cubiertas para no afectar la fineza aerodinámica de la aeronave, mientras que la rueda de nariz se recoge hacia adelante, debajo de la cabina del piloto, quedando igualmente cubierta por completo.

Dos aberturas en ambos extremos del aparato, que pesa, en orden de vuelo, 5 toneladas, son los únicos indicios de la existencia del motor, ya que la turbina "Nene" está totalmente encerrada bajo la carcasa de aluminio del fuselaje. Escotillas o aberturas de inspección dejan ver, cuando el "Pulqui II" está en tierra, los sistemas nervioso y muscular de la intrincada red de cables eléctricos, conductores de energía hidráulica, y varillas de los mandos, que transmiten los impulsos emanados del cerebro mecánico, que representa el puesto de pilotaje, cerebro que responde a su vez a los deseos del conductor.

#### UNA MIRADA POR DENTRO

Ya hemos recorrido el exterior del "Pulqui II". Ahora vamos a asomarnos a su interior, donde la turbina, con su fuerza de empuje de 2.500 kilogramos, impulsa al "Pulqui II" a más de 1.000 kilómetros por hora. A la altura del borde posterior de las alas está ubicado el turborreactor. Este es del tipo de compresor centrífugo con nueve cámaras de combustión. En la tobera de escape, donde las palas de la turbina giran a millares de revoluciones por minuto, los gases tienen una temperatura abrasadora y el "chorro" de los mismos al proyectarse hacia atrás hacen trasladarse al avión con velocidad igual a la del sonido. Por eso es que, quienes vuelan en aviones de propulsión a reacción, poco o nada perciben del cullido provocado por la reacción de los gases, ya que ellos vuelan "dejando atrás el sonido".

El querosene de aviación o parafina, con una mezcla especial de aceite pesado, es el combustible que consumen los motores de reacción. Decimos consumen, pero más ajustado a la verdad sería decir que "devoran", razón que explica la reducida autonomía de los aviones a chorro. La regla de oro de la mecánica, con el adioma de que "lo que se gana en velocidad se pierde en

potencia", encuentra su confirmación en el caso de la propulsión a reacción, pues se ha ganado en velocidad, si bien para mantenerla es preciso sacrificar la duración del vuelo y su capacidad de carga.

#### EL CEREBRO DEL "PULQUI II"

Siguiendo con nuestra ojeada al interior del "Pulqui II" toca asomarnos ahora al "cerebro" de la máquina, representado por la cabina de pilotaje. Casi en la nariz de la aeronave y protegida por una amplia cúpula de cristal de seguridad, en forma de lágrima, está el puesto de pilotaje. La cubierta transparente se desliza hacia atrás para permitir el acceso y salida del piloto, pero en vuelo se cierra herméticamente y en ella no importa la temperatura extrema del exterior, no importa la altura a que se vuela, el ambiente es agradable y poco difiere de las condiciones de presión y temperatura propias de las bajas cotas. Esto se logra con el equipo de sobrecompresión incorporado a la cabina de pilotaje.

El material humano, que es el material más precioso de la Creación, requiere el máximo de cuidado y atenciones cuando actúa fuera de su "habitac" normal. Y el piloto de un avión a chorro no puede, en modo alguno, actuar con máxima eficiencia si las condiciones ambientales le restan vitalidad o comprometen la supervivencia. Por otra parte, y como en el caso del "Pulqui II", el turborreactor da su mayor rendimiento a grandes alturas, en las que la atmósfera enrarecida y la baja temperatura tornan muy difícil la supervivencia humana.

En el "cerebro" del "Pulqui II" se han incorporado, además de los instrumentos normales de navegación y fiscalización de la planta motriz, muchos otros dispositivos — basados en la electrónica, en su mayoría — que tienen informado al piloto en todo momento del vuelo del comportamiento y reacción de los distintos componentes de la aeronave. El "Pulqui II" es un avión concebido siguiendo una orientación experimental; con él nuestro país inició — y con pleno éxito — la investigación de los fenómenos que se registran en el vuelo a velocidades sónicas. Por lo tanto, el "Pulqui II", siendo el prototipo

qui II", el general Juan Perón incitó a seguir trabajando a los hombres de la aeronáutica, que por intermedio del Instituto Aerotécnico incorporaban la nueva conquista del "Pulqui II" dentro del Plan Quinquenal establecido al comienzo de su gestión gubernativa. "Es necesario — recalcó — cumplir el plan, hasta fabricar el último tornillo de una máquina en nuestra tierra."

Recordó que el programa prescribía, en ese Plan Quinquenal a que diera origen, cumplir, hasta el año 1952, un ciclo que culminaba con la formación del personal técnico indispensable, la mano de obra necesaria y capacitada con la constitución del Instituto Aerotécnico, llamado a ser el núcleo para el futuro de las fabricaciones." Seguimos luchando — agregó el jefe de Estado — para conseguir dominar ya la producción de la materia prima, elaborando todas las formas del aluminio hasta alcanzar la confección de aceros especiales que intervienen en la construcción de



las máquinas: establecer los altos hornos necesarios y toda la elaboración de la materia prima para que, en el segundo Plan Quinquenal, de 1952 a 1958, pueda cumplirse la segunda etapa del programa, en poder ya de técnicos, mano de obra, institutos técnicos capacitados, y podamos instalar la fábrica al tiempo que produzcamos la materia prima. Podremos así en el año 1958 hacer real nuestro deseo y nuestra aspiración de tener, no sólo una aeronáutica a la altura de las necesidades del país, sino también una fábrica de aeronaves que nos capacite para independizarnos totalmente del extranjero en la producción."

## LOS ELEMENTOS EN LA INDUSTRIA

# El Aluminio



Adornada con rubies y zafiros extraídos de las minas de Mogok (Burma), esta mujer de Shan prepara su comida. Resulta casi increíble pensar que tanto sus joyas como la arcilla de la fuente labrada que usa contienen un elemento en común: el aluminio. Estos son algunos de los muchos minerales que contiene ese metal. Aislado por primera vez en 1826, la producción comercial de aluminio sólo fué posible sesenta años después. La mayor parte del aluminio existente en el mundo se elabora disolviendo un mineral llamado bauxita en criolita fundida y pasando una corriente eléctrica a través de esta solución. Combinado con el magnesio, el cobre y otros metales, el aluminio forma aleaciones livianas que, no obstante pesar tres veces menos que el acero, le igualan en resistencia y no se oxidan. La famosa estatua de Eros, de Piccadilly Circus, fundida en aluminio, después de estar expuesta al humo de Londres durante más de cuarenta años, no muestra ningún signo de corrosión. Imperial Chemical Industries Limited tiene instalada en Waunarlwydd (Gales del Sur) una de las principales plantas de fabricación de aluminio metálico y sus correspondientes aleaciones que presenta en forma de chapas, planchas y material extrudado. La industria luego los transformará en cacerolas o aeroplanos, andamios o ceniceros, piezas de motores o utensilios de mesa.



Imperial Chemical Industries Limited, Londres

REPRESENTADA EN LA ARGENTINA POR



INDUSTRIAS QUÍMICAS ARGENTINAS "DUPERIAL"

Edificio "Duperial" - Paseo Colón 285 (R. 44) - T. E. 30, Catedral 2011 - Bs. As.

de un modelo de cazainterceptor, está equipado no sólo con el instrumental propio de esa clase de máquinas de combate, sino que también cuenta con todos los elementos de control requeridos por la investigación, material de precisión que sirve para confrontar el resultado de las observaciones obtenidas durante el vuelo con los cálculos y predicciones formulados cuando el prototipo estaba en la etapa del proyecto (MUNDO ATOMICO, número 2).

### EL "PULQUI II" EN VUELO

Y concluida nuestra somera inspección del "Pulqui II", veámoslo volar. Su piloto, en la presentación al Presidente de la República, General Juan Perón, fué el propio diseñador, el ingeniero alemán profesor Kurt Tank, quien desde hace unos años, y secundado por un núcleo de técnicos connacionales, se encuentra incorporado al Instituto Aerotécnico, donde fué construido el "Pulqui II". A mediados de junio del año anterior, un piloto argentino, el capitán Edmundo Osvaldo Weiss, efectuó los primeros vuelos de ensayo con el "Pulqui II", cuando todavía era una incógnita, alcanzando entonces los 1.000 kilómetros de velocidad horaria.

Instalado en su asiento, el piloto del "Pulqui II" se ciñó el correaje del paracaídas, ajustó el cinturón de seguridad y se sujetó los hombros al espaldar del asiento con el arnés de seguridad, acoplado también al asiento lanzable en vuelo. Luego se calzó el casco, semejante al de los jugadores de rugby, de acero moldeado, con curiculares internos; el micrófono de laringe, ceñido a la garganta, y la mascarilla del alimentador de oxígeno.

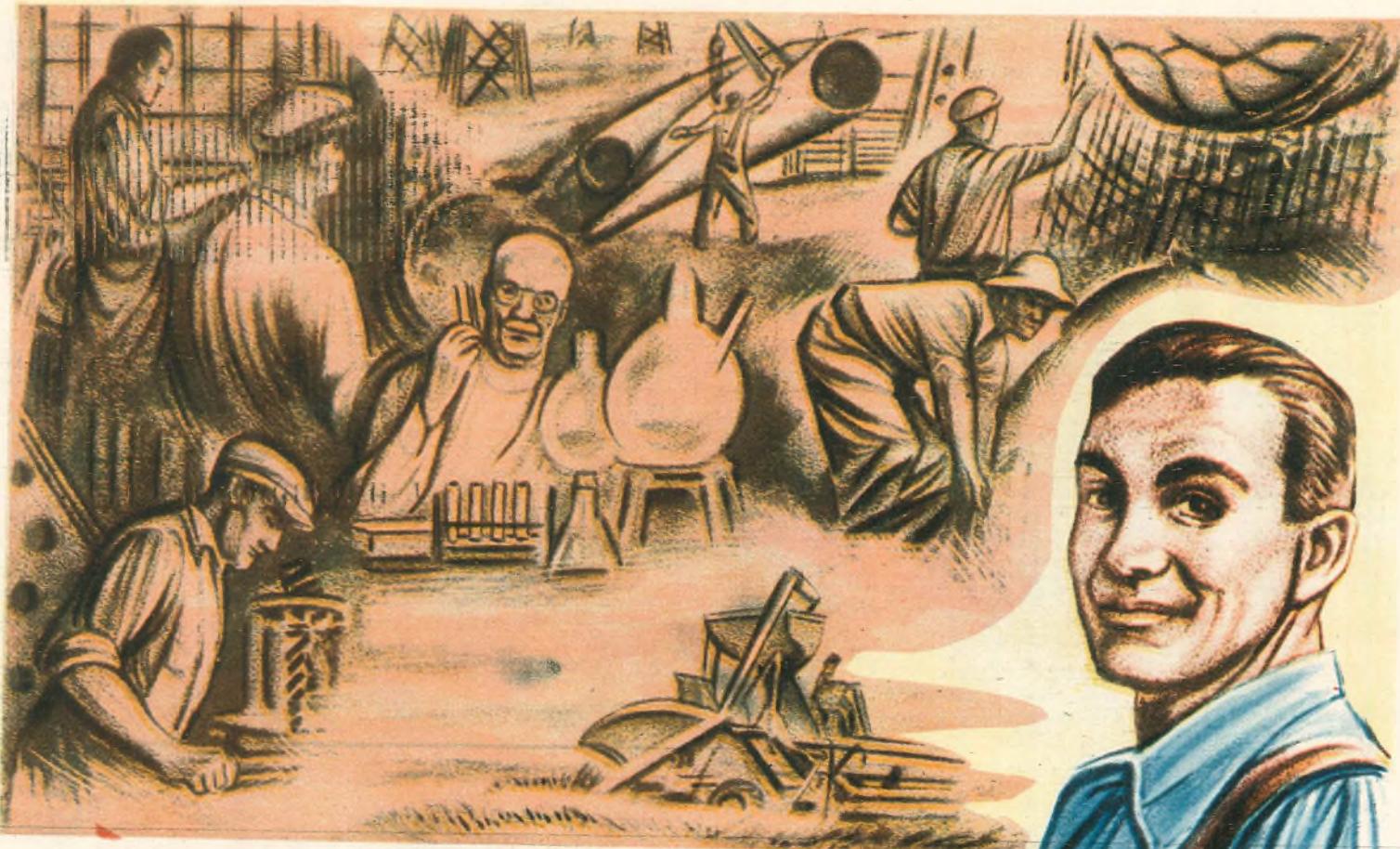
Después una orden breve y las calzas que sujetan las ruedas se retiran, mientras que a la rueda delantera se acopla la horquilla de remolque de un tractor. De esta forma, el "Pulqui II" alcanza la calle de cierre paralela a la pista principal del aeroparque. Una vez libre del remolque, entra en acción el mecanismo de arranque de la turbina. Primero fué como un silbido suave, cuyo tono "in crescendo" progresivo terminó por atronar el espacio como el hervor de un caldero gigante. Por la tobera de cola, a la distancia, se advertía el cabrilleo de los gases

de escape, impresión que también desapareció cuando el piloto, ya con buen régimen de revoluciones en la turbina, soltó los frenos y el "Pulqui II" comenzó a moverse por sus propios medios, rodando por la pista hacia la cabecera de donde iba a emprender el vuelo.

Una mayor presión en el mecanismo de alimentación de la turbina y ésta, lanzada a pleno, dejó sentir inmediatamente su potencia, hasta entonces contenida. El "Pulqui II" comenzó a correr por la pista del aeroparque, y cuando apenas llevaba cubiertos 500 metros, la máquina estaba en vuelo, retrayendo en seguida el tren de aterrizaje y también los "flaps".

Por unos instantes el tronar de la turbina persistió en el ámbito del aeroparque, y mientras tanto el "Pulqui II" había desaparecido de la vista de miles de espectadores. Su regreso fué espectacular, surgiendo de improviso en la dirección del sol y lanzado con toda la potencia de la turbina, apenas a 50 metros de altura, fué como una visión fugaz, casi un relámpago, sobre el palco oficial. La trepada hacia lo alto llenó de admiración a quienes veían esa maravilla que con tanto celo y cariño habían contribuido a diseñar, con la colaboración de técnicos alemanes, y a forjar, íntegramente, mentes y manos criollas que también asistían a esa fiesta, jornada de regocijo y satisfacción para toda la nacionalidad.

Luego, el "Pulqui II" reapareció en el perímetro del aeroparque, volando a baja velocidad, serenamente, impresionando por lo aguzado de sus líneas y la sensación de potencia que emanaba de su figura. Un postre pasaje a alta velocidad, esta vez en el límite de los 1.000 kilómetros, y en seguida, con ágil desenvoltura, el piloto se dispuso a aterrizar. A 170 kilómetros por hora, cuando prácticamente los mandos o superficies de control tienen reducida su eficacia al mínimo por desaparecer casi totalmente la fuerza de sustentación, el "Pulqui II" tocó tierra. Corrió casi 800 metros por la pista, y finalmente se detuvo. La turbina calló definitivamente, y la cubierta de la cabina se abrió para dar paso al piloto, saludado con un cerrado aplauso y un estrecho abrazo del primer magistrado, General Perón.



# ¡PRODUCIR!

Para consolidar la victoria debemos  
permanecer unidos, puesta la mirada  
en el esplendoroso porvenir económico  
de la Patria, manteniéndonos  
fieles a la consigna del momento:  
Producir!...  
Producir!...  
Producir!...

Perón

1950 Año del Liberator General San Martín

**MINISTERIO DE HACIENDA DE LA NACION**

LOTERIA DE BENEFICENCIA NACIONAL Y CASINOS  
CASINOS DE MAR DEL PLATA, MIRAMAR Y NECOCHEA

**SOCIOS ACTIVOS**

Estudios San Miguel.  
Argentina Sono Film,  
S. A. C. I.  
Emelco, S. A.  
Lumiton, S. A.  
Artistas Argentinos Asocia-  
dos.  
Establecimientos Filmadores  
Argentinos (E. F. A.)  
Cinematográfica Interame-  
ricana.  
Cosmos Film.  
Film Andes.  
S. I. F. A.  
General Belgrano.

# Asociación Productores de Películas Argentinas



**SOCIOS ADHERENTES**

Estudios Mapol.  
Inti-Huasi.  
Porteña Film.  
Sincca Film.  
Del Carril y Anzuola.  
Río de la Plata.  
Terra Film.  
Cinematográfica Independencia.  
Filmadora Argentina Libertad.  
Baires Film.  
Carlos Hugo Christensen.  
Luminarias, S. R. L.

PRESIDENTE:

**Don Miguel Machinandiarena**  
ESTUDIOS SAN MIGUEL

TESORERO:

**Don Federico L. Ezcurra**  
EMELCO, S. A.

DIRECTOR GENERAL:

**Doctor Oscar Cacici**  
AYACUCHO 490 - T. E. 48-2512

VICEPRESIDENTE:

**Don Atilio J. Mentasti**  
ARGENTINA SONO FILM,  
S. A. C. I.

SECRETARIO:

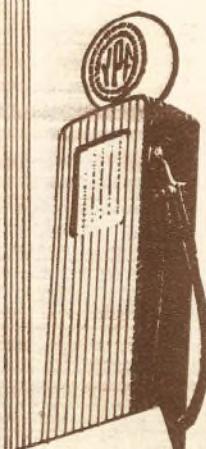
**Doctor Luis de Corral**  
LUMITON, S. A.



# Desde TIERRA DEL FUEGO

... a La Quiaca se yerguen, a través de una variada red de rutas y caminos, miles de surtidores YPF, centinelas de avanzada de una institución consagrada a cimentar la independencia económica nacional en materia de combustibles líquidos.

La sigla YPF es símbolo de calidad y garantía:  
consuma usted sus productos.



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION  
YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES - E.N.D.E.



MINISTERIO DE FINANZAS DE LA NACION

Desde JUJUY



## *hasta la* ANTARTIDA ARGENTINA

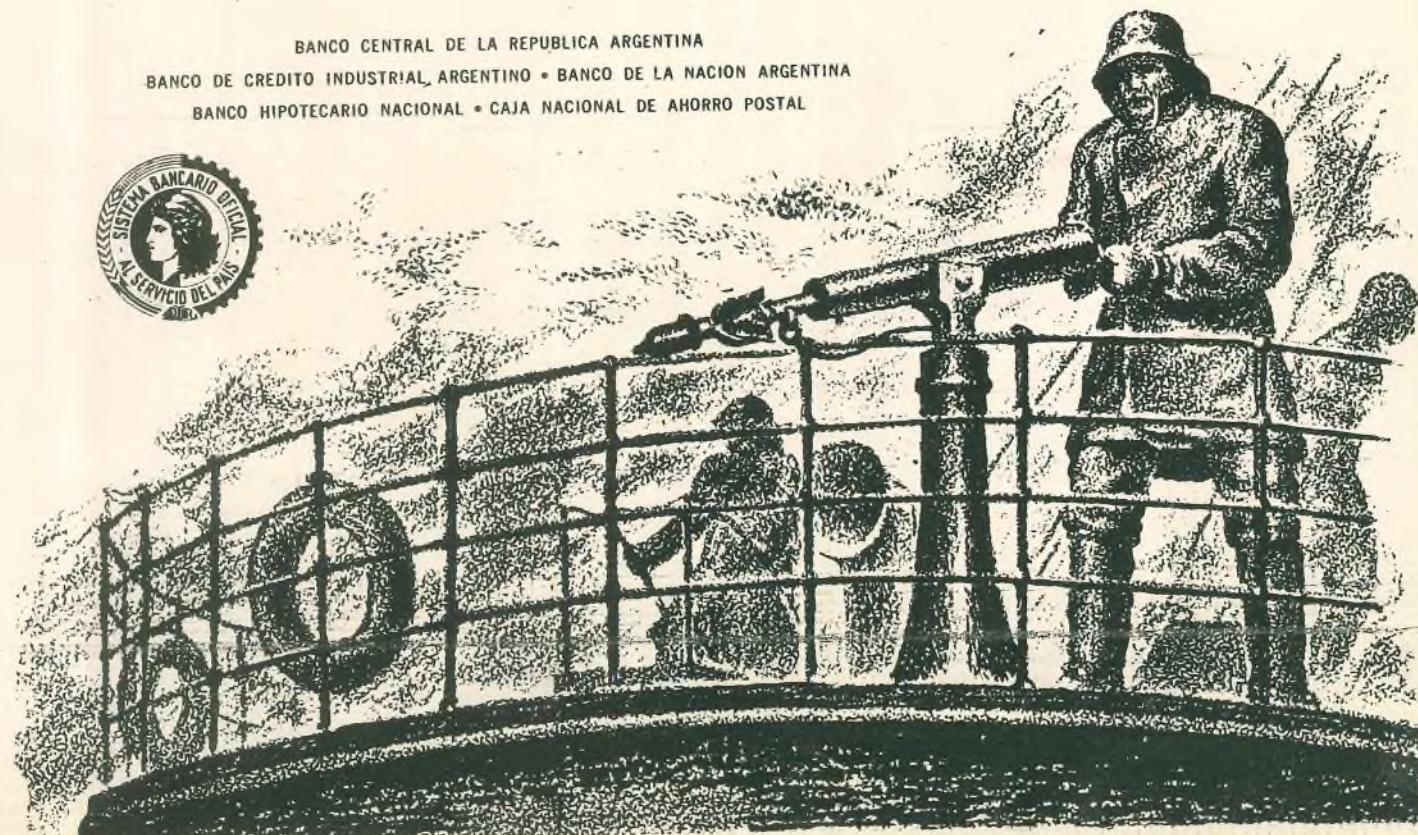
Las instituciones dependientes del Ministerio de Finanzas impulsan en todo el territorio nacional la explotación racional de nuestra riqueza, apoyando la actividad agropecuaria, alentando la industria, promoviendo la construcción de la vivienda propia, fomentando el ahorro popular y favoreciendo el desarrollo del comercio.

El Gobierno del General Perón estimula así el espíritu de empresa y de trabajo, para que los bienes conseguidos al amparo de su política Justicialista consoliden la independencia económica y aseguren la elevación del nivel de vida del pueblo argentino.

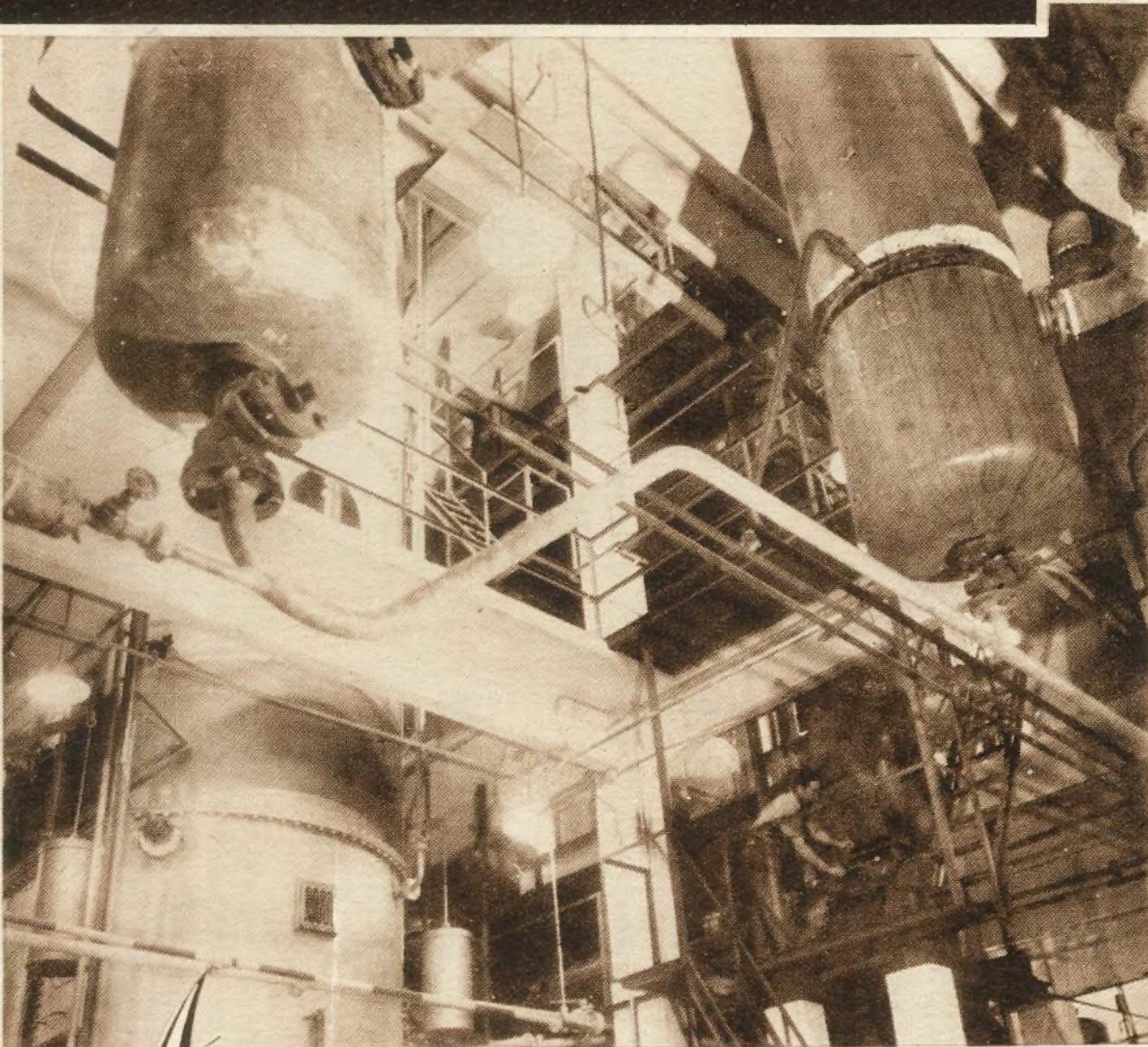
BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA

BANCO DE CREDITO INDUSTRIAL ARGENTINO • BANCO DE LA NACION ARGENTINA

BANCO HIPOTECARIO NACIONAL • CAJA NACIONAL DE AHORRO POSTAL



# AHORA elaboramos nuestra materia prima



**A**NTES del gobierno de Perón, la semilla de lino era enviada al extranjero y nos era devuelta convertida en barniz y aceite. Este solo ejemplo destaca cómo se aprovechaba

la materia prima en perjuicio de nuestra propia industria. Hoy existen en el país grandes fábricas de aceite de lino que constituyen un importante factor económico.

# ESCUELAS DIGNAS y AMBIENTES ASEADOS



EN nuestro país, en la Nueva Argentina, los únicos privilegiados son los niños. Ello está perfectamente establecido, llevándose a cabo obras que demuestran una constante preocupación por el bienestar y por la salud moral y física de la niñez de la patria. Los hogares escuelas construidos por la Fundación Eva Perón, y los establecimientos escolares que día a día se inauguran en todo nuestro territorio, constituyen un reflejo fiel de aquella preocupación. Es que se entiende que la escuela debe ser el templo en que el niño comience a forjar su alma y a nutrir su inteligencia; que debe recibir en ella la primera visión de su contacto con la vida, y que esa primera visión

tiene que ser amable y feliz. Es por ello que se brinda a la infancia argentina escuelas dignas y ambientes aseados, confortables y bellos, para no ofrecer en el primer contacto del niño la visión nefasta y terrible de la miseria. Para lograr ese propósito no existe mezquindad, como en otros tiempos, en que se creía que había que poner un aula sin nada más que sus paredes blancas y un banco, lo más ordinario posible. con un pizarrón también realizado con lo más estrictamente indispensable. Con lo que la escuela es en la actualidad, como los demás templos que la vida ofrece, grande y brillante, para que allí se eduquen los ciudadanos, pensando en grande y no en pequeño, acostumbrándose a vivir como debe vivir un hombre y no una bestia. Todas las nuevas escuelas constituyen un ejemplo del concepto que se tiene en la Nueva Argentina, pues ellas están realizadas no sólo para enseñar a leer y escribir, sino también para formar un alma digna de esta tierra y de esta nacionalidad.

Una calle de la ciudad capital de Catamarca lleva el nombre de la esposa del Primer Magistrado. Es un justiciero homenaje a la obra que en aquella provincia está realizando la señora Eva Perón, por intermedio de la Fundación que tan dignamente preside.

Adhesión del gobierno de la Intervención Federal en la provincia de Catamarca.



Escuelas como las que ilustran esta nota se construyen en todo el territorio patrio. Son ejemplo del concepto que se tiene en la Nueva Argentina con respecto a la educación del niño.





# Realizar!

Mejor que prometer es realizar, dijo el General Perón, y sus palabras tuvieron espíritu de empresa y dinamismo creador... Realizar en el campo, en la ciudad, en la industria, en el comercio... Realizar es producir en todos los órdenes de la vida nacional... Realizar es, en síntesis, cumplir la obra grandiosa prevista en el plan de Gobierno, para bien de todos y cada uno de los habitantes del país...



**MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION**

**DOLORES...?**



**CÀFIASPIRINA**

**EL PRODUCTO DE CONFIANZA**

# LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE

# GAS

DESDE la nacionalización hasta el presente los servicios de gas han experimentado una evolución extraordinaria, como consecuencia de la orientación impresa a éstos por el gobierno del General Perón, tendiente principalmente a extenderlo a todas las zonas del país con el propósito de beneficiar a densos núcleos de población, que para satisfacer sus necesidades se veían obligados a consumir combustibles inadecuados, con el consiguiente perjuicio para la economía de la Nación y para sus propios intereses.

Como resultado de la acción estatal desarrollada, importantes pueblos y ciudades del interior gozan hoy de los beneficios que representa el servicio de gas, no obstante hallarse a cientos de kilómetros de la capital, a cuyo perímetro se hallaba limitado este fluido en tiempos en que empresas privadas explotaban la concesión respectiva.

La incorporación a la esfera oficial de las concesiones de San Nicolás, Bahía Blanca, Avellaneda, La Plata y otros pueblos comprendidos en el Gran Buenos Aires, ha coincidido con un progreso en los servicios de gas, materializado en la modernización de las usinas y establecimientos, en las redes de distribución y en el mejoramiento del combustible y atención del público, que se ha visto así beneficiado extraordinariamente.

En lo referente a la extensión de las redes de distribución, merecen señalarse las derivaciones a los nuevos barrios de viviendas obreras en zonas limítrofes de la capital y aun dentro de ella, y el establecimiento de nuevos servicios de gas envasado en ciudades del interior de la República, todo lo cual importa la atención de miles de personas que se han beneficiado con la utilización de un combustible económico y de alto rendimiento, y que ha permitido, además, mejorar las condiciones de vida de muchas familias.

Simultáneamente con la ampliación de los servicios el organismo estatal especializado, Gas del Estado (E. N. D. E.), sigla que representa a Empresas Nacionales de Energía, organismo rector de la política energética del país, ha realizado importantes obras para perfeccionar la superusina "Eva Perón", instalada en la capital, y

los otros establecimientos similares que prestan servicios en ciudades como Bahía Blanca y San Nicolás, desde los cuales se distribuye el fluido, además de encarar la construcción de una red de gasoductos, entre los que se destaca por su importancia el "Presidente Perón", que une a través de 1.600 kilómetros la Capital Federal con Comodoro Riva-



davia, hallándose conectada su red de captación a gran número de yacimientos, cuyas reservas de gas natural se han calculado en millones de metros cúbicos.

Tanto la Capital como las localidades del Gran Buenos Aires, incluso La Plata, así como Bahía Blanca, Puerto Madryn y Comodoro Rivadavia consumen el fluido natural procedente de la Patagonia, hecho trascendente por su alto significado social y también porque representa un paso decisivo para solucionar el problema de los combustibles, que no es un problema local, sino de índole mundial. El funcionamiento de los gasoductos y la movilización en el caso del "Presidente Perón" de las reservas gasíferas del subsuelo de la Patagonia constituyen, pues, un aporte de imponente valor para alcanzar los objetivos que en materia de combustibles se ha propuesto el gobierno justicialista del General Perón.

## LOS CONSUMOS ACTUALES

Los efectos inmediatos de la acción estatal en la atención de estos servicios públicos se han reflejado en los altos consumos registrados, que superan a los de hace un lustro, principalmente en la zona del Gran Buenos Aires, dando origen a cifras de salida "record" en los días de invierno, que han puesto de relieve el éxito de la política previsora seguida por el organismo para hacer frente sin inconvenientes a la extraordinaria demanda de gas.

La aceptación de este combustible por parte del público, que hoy cuenta con el servicio de gas para atender sus necesidades domésticas de calor, y el plan estatal de extender el suministro del fluido a importantes ciudades del país, sugieren algunas reflexiones relacionadas con la utilización del combustible y vinculadas a la política que debe seguirse en beneficio de los altos intereses de la

Nación y de la propia economía familiar.

Tanto de este combustible, considerado irreemplazable para satisfacer las necesidades de la vida doméstica, como de todos los demás, los usuarios tienen la obligación de hacer un uso racional, libre de desperdicios, que no perjudique el plan de extensión de los servicios y que no afecte con un consumo desmedido y desaprovechado el presupuesto de la familia. Por otra parte, se debe tener presente

que si las disponibilidades de gas se han incrementado al disponerse el aprovechamiento de las fuentes naturales del fluido, asegurándose así un servicio excepcional por muchos años, ello no autoriza a que se haga un empleo irracional del mismo, que no representa beneficio para el consumidor y que en cambio perjudica a otros usuarios que aspiran lógicamente a mejorar el desenvolvimiento de sus actividades domésticas.

Actualmente el gobierno del General Perón, que en su obra de recuperación nacional ya tiene a su cargo el noventa y siete por ciento de los servicios públicos de gas, aspira a que los consumidores cooperen en la obra que realiza para extender estos servicios esenciales, colaboración cuya mejor forma de concretarse es realizando un empleo racional del combustible y prestando una atención permanente al funcionamiento de los artefactos del hogar.



GREGORIO SANTOS HERNANDO



MARÍA GRANATA



ENRIQUE LAVIE

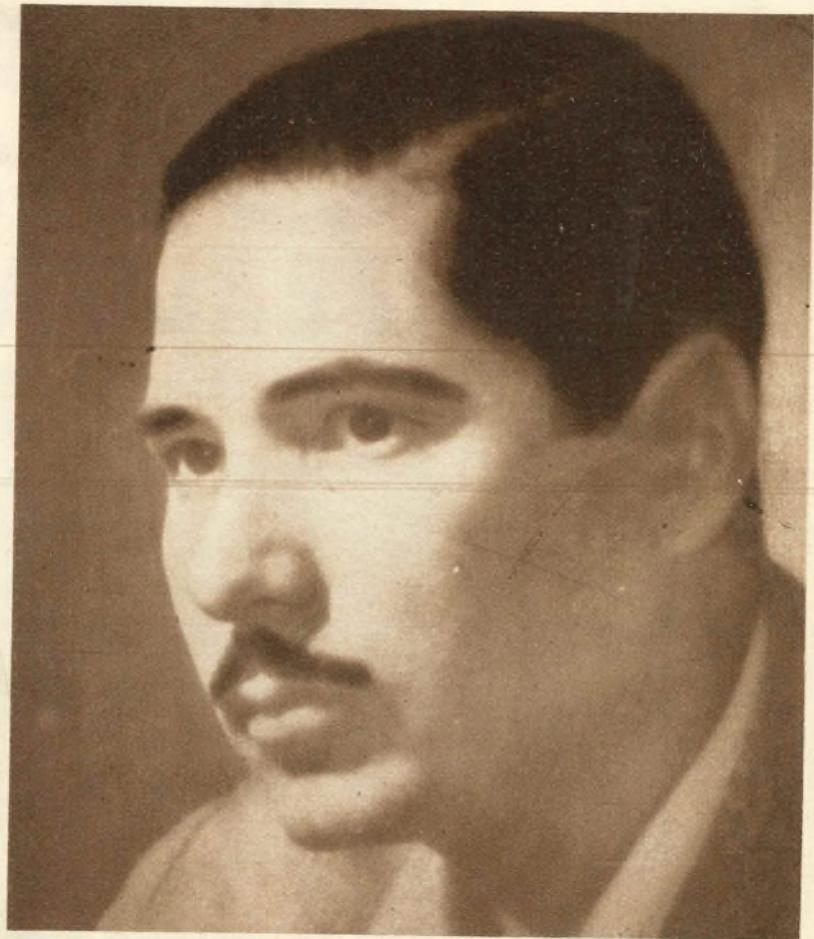
## Fiesta de

**H**A constituido una nueva manifestación de la interesante labor que desarrolla el Estado Justicialista en pro de la cultura popular y en favor de la exaltación de los más puros valores del acervo artístico nacional, la "Fiesta de la poesía", recientemente llevada a cabo en Mar del Plata, en el salón dorado del Casino (anexo N° 1, ex Club Mar del Plata), con lo que se concretó en una realidad magnífica un anhelo de la señora Eva Perón.

Al igual que en años anteriores, pero penetrada esta vez de un verdadero espíritu renovador y de un hondo sentido morganático, esta puja literaria congregó a los más destacados valores argentinos contemporáneos, tales como María Granata, Enrique Lavie, Julio Ellena de la Sota, Miguel Angel Gómez, José María Fernández Unsain, Julia Prilutzky Farny, Raúl de Ezeyza, Juan Carlos Clemente, León Benarós, Gregorio Santos Hernando, Alfonso Sola González y Fermín Chaves, cuya presen-



JOSE M. FERNANDEZ UNSAIN



LEON BENAROS

## LA POESIA

tación estuvo a cargo del señor Luis Soler Cañas.

El acto, al que asistió crecida cantidad de público, fué abierto por el poeta don Rodolfo Charchflié, quien tuvo a su cargo una breve charla que sirvió de introito al "Itinerario poético argentino", a través del cual desfilaron nuestros más celebrados cultivadores de la poesía, desde Luis Joseph de Tejeda y Guzmán —el primer poeta argentino, en el orden cronológico— hasta los de la nueva generación.

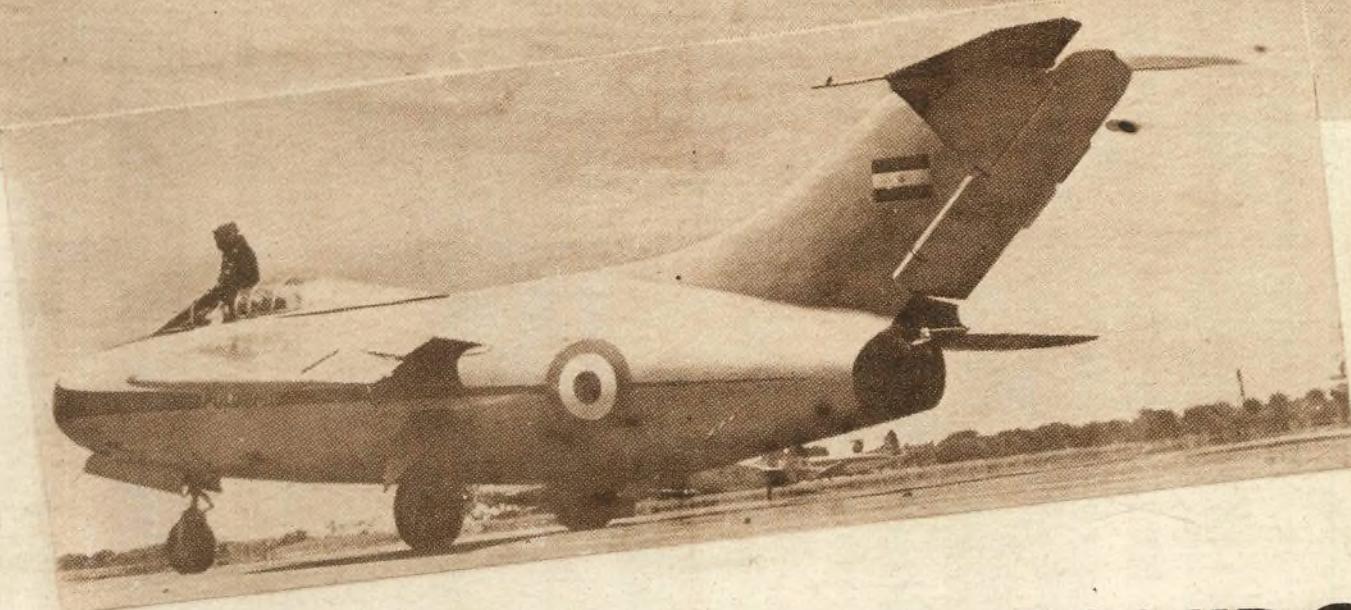
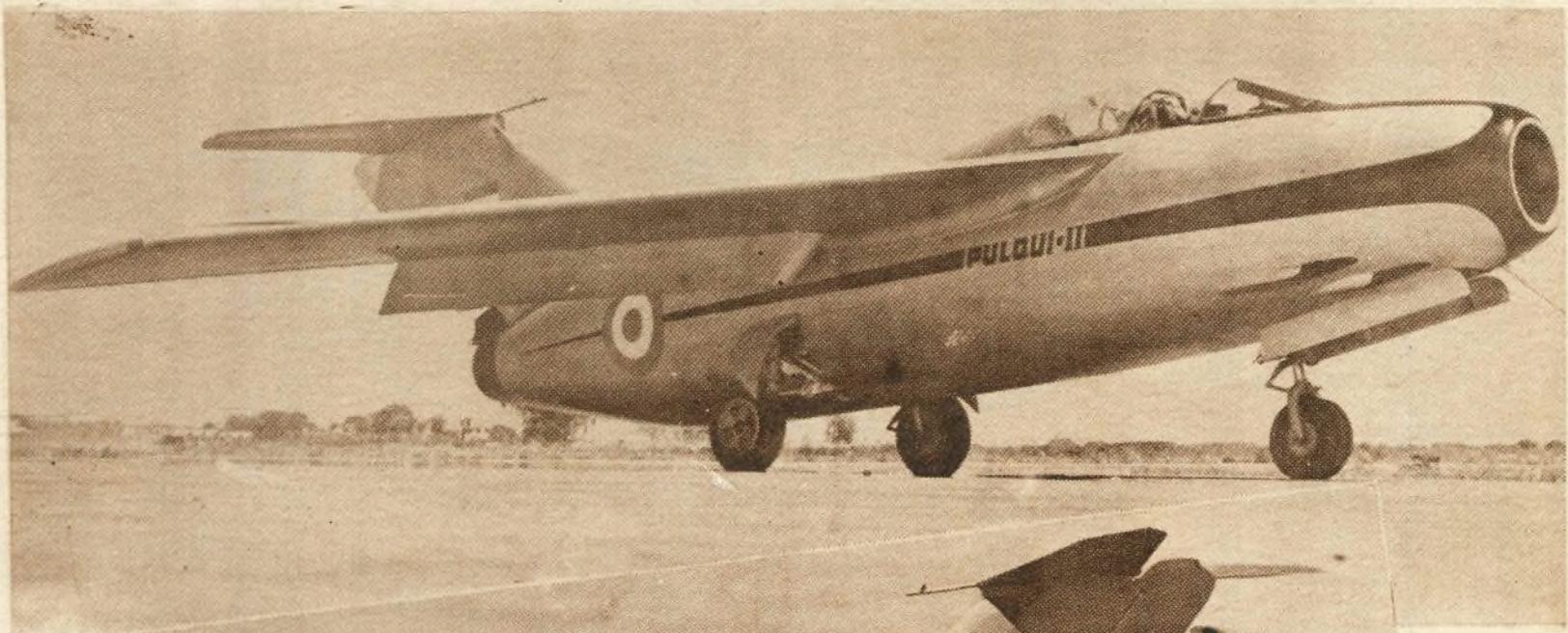
La "Fiesta de la poesía" ha sido realmente un esfuerzo más de los muchos que realiza el Gobierno Justicialista del general Perón y la Fundación Eva Perón por la cultura del pueblo y el apoyo a todas sus manifestaciones culturales, artísticas y literarias. Mucho de lo que se hace en tal sentido se cosecha con fondos aportados especialmente por la Lotería de Beneficencia Nacional y Casinos, que depende del Ministerio de Hacienda de la Nación, a la que corresponde una labor importante en la propagación de todos los ángulos de la cultura nacional.



JULIA PRILUTZKY FARNY

# *El Pulqui II*

## NUEVA REALIZACION JUSTICIALISTA



### TAN VELOZ COMO EL SONIDO!

E

L Pulqui II es una magnífica muestra del adelanto de nuestra industria aeronáutica. Poderoso y veloz expresa la voluntad de trabajo de quienes, estimulados por el ejemplo del General Juan Perón, no ahorran esfuerzos hasta superar los más arduos problemas de la técnica. El Pulqui II, tan veloz como el sonido, es el fruto del tesonero afán de los hombres de la Argentina Justicialista.



# CARBÓN ARGENTINO

**N**INGUNO de los grandes factores del progreso nacional ha sido olvidado por el gobierno de Perón. Entre sus muchos galardones figura ventajosamente, todo cuanto ha hecho, primero por convertir en realidad y luego por incrementar nuestra propia producción de carbón mineral. La hulla que se extrae del subsuelo, en Río Turbio, es sostén de industrias, de máquinas y de comunicaciones. Su energía impulsa diariamente al país hacia sus grandes destinos.

NON MIHI SED FILII

# Fernet-Branca

La casa ultracen-  
tenaria, que desde  
tres generaciones  
produce el Fernet  
de renombre  
mundial

E T

PIUS  
IX

VIRTUTI MERITO