



Una ventana abierta al mundo

# El Correo

Junio 1971 (año XXIV) - España: 20 pesetas - México: 3 pesos



EL FABULOSO  
MUNDO  
DE LA QUIMICA  
MODERNA



Foto GFN - Museo Nacional de Chieti (Italia)

### ***El capitán de Castrano***

## TESOROS DEL ARTE MUNDIAL

56

*Italia*

En Castrano, aldea de los Abruzos situada en la vertiente adriática de los Apeninos, se descubrió en 1934 la estatua de un guerrero itálico, de más de dos metros de altura, cuyo busto podemos ver aquí. Con el nombre de itálicos se conoce a los rudos montañeses del centro de la península que, procedentes de oriente, libraron batalla a Roma y a los latinos hasta el siglo III antes de nuestra era. Esta escultura de piedra, que conserva en algunas de sus partes un tono rojo, data al parecer del siglo VI a. de J. C. Fue desenterrada en una necrópolis formada por treinta y tres sepulcros. Se trata probablemente de la estela de algún jefe, a juzgar por su extraño casco que puede ser un atributo ritual, así como por la pequeña hacha que sostiene en sus manos, al mismo tiempo que una espada y un puñal. El rostro, sumamente estilizado, tal vez no sea más que una máscara. En las columnas laterales se conserva una inscripción en caracteres oscos, que no ha sido descifrada todavía y que quizás indicaba el nombre del «capitán de Castrano».

1 JUN 1971



JUNIO 1971  
AÑO XXIV

**PUBLICADO EN 13 EDICIONES**

<b>Española</b>	<b>Norteamericana</b>
<b>Inglesa</b>	<b>Italiana</b>
<b>Francesa</b>	
<b>Rusa</b>	<b>Hindi</b>
<b>Alemana</b>	<b>Tamul</b>
<b>Arabe</b>	<b>Hebrea</b>
<b>Japonesa</b>	<b>Persa</b>

Publicación mensual de la **UNESCO** (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Venta y distribución  
Unesco, Place de Fontenoy, París-7°.

Tarifa de suscripción anual: 12 francos.  
Bienal: 22 francos.  
Número suelto: 1,20 francos; España: 20 pesetas; México: 3 pesos.

★

Los artículos y fotografías de este número que llevan el signo © (copyright) no pueden ser reproducidos. Todos los demás textos e ilustraciones pueden reproducirse, siempre que se mencione su origen de la siguiente manera: "De EL CORREO DE LA UNESCO", y se agregue su fecha de publicación. Al reproducir los artículos y las fotos deberá constar el nombre del autor. Por lo que respecta a las fotografías reproducibles, estas serán facilitadas por la Redacción siempre que el director de otra publicación las solicite por escrito. Una vez utilizados estos materiales, deberán enviarse a la Redacción tres ejemplares del periódico o revista que los publique. Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de la Unesco o de la Redacción de la revista.

★

Redacción y Administración  
Unesco, Place de Fontenoy, París-7°

Director y Jefe de Redacción  
Sandy Koffler

Subjefe de Redacción  
René Caloz

Asistente del Jefe de Redacción  
Lucio Attinelli

Redactores Principales

Español: Francisco Fernández-Santos  
Francés: Jane Albert-Hesse  
Inglés: Ronald Fenton  
Ruso: Georgi Stetsenko  
Alemán: Hans Rieben (Berna)  
Arabe: Abdel Moneim El Sawi (El Cairo)  
Japonés: Hitoshi Taniguchi (Tokio)  
Italiano: Maria Remiddi (Roma)  
Hindi: Kartar Singh Duggal (Delhi)  
Tamul: N.D. Sundaravadevelu (Madrás)  
Hebreo: Alexander Peli (Jerusalén)  
Persa: Fereydun Ardalán (Teherán)

Redactores

Español: Jorge Enrique Adoum  
Inglés: Howard Brabyn  
Francés: Nino Frank

Ilustración y documentación: Olga Rödel

Composición gráfica  
Robert Jacquemin

La correspondencia debe dirigirse al Director de la revista.

Página

4	<b>EL FABULOSO MUNDO DE LA QUIMICA MODERNA</b> <i>por Gene Gregory</i> (1) UN UNIVERSO TRANSFORMADO
8	(2) PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES, ARMA CONTRA EL HAMBRE
12	(3) LA REVOLUCIÓN QUÍMICA DE LA MEDICINA MODERNA
15	(4) LAS MIL METAMORFOSIS DEL PLÁSTICO
18	UNA GOTA DE COLA BASTA
21	LAS NIEVES DEL VERANO
24	<b>DIMITRI MENDELEYEV Y LA LEY PERIODICA DE LOS ELEMENTOS</b> <i>por Guenrij Teterin y Claire Terlon</i>
25	VIDA DE UN SABIO
28	<b>AL ACECHO DE LOS ELEMENTOS DESCONOCIDOS</b> <i>por Vitali Goldanski</i>
33	LOS LECTORES NOS ESCRIBEN
34	LATITUDES Y LONGITUDES
2	<b>TESOROS DEL ARTE MUNDIAL</b> El capitán de Capestrano (Italia)



Foto © Life

### Nuestra portada

He aquí una ilustración excelente de la revolución que trae consigo la química moderna. El gatito de la foto se sienta tranquilamente sobre un foco de calor de 2.200 grados. Ello es posible gracias a la protección que le ofrece una simple placa de silicona, nuevo material sintético transparente que no transmite casi ningún calor, ni siquiera a temperaturas cuatro veces superiores a la de fusión del acero. Gracias a su capacidad para disponer y enlazar entre sí las gigantescas moléculas sintéticas que llamamos polímeros, la química moderna puede hoy crear prácticamente toda clase de materiales nuevos. (Véase el artículo de la página 4.)

N° 6 - 1971 MC 71.1-267 E



A PRUEBA DE PUÑETAZO. Fina como es, esta película de plástico resiste perfectamente a un violento puñetazo. El plástico, uno de los numerosos materiales nuevos de que somos deudores a la química moderna, tiene infinidad de usos diversos, desde los domésticos hasta los industriales. De las actuales fábricas de plásticos salen todos los días millares de nuevos productos ligeros, rígidos, flexibles, antitérmicos, gruesos o increíblemente finos.

# EL FABULOSO MUNDO DE LA QUÍMICA MODERNA

por Gene Gregory

## 1 Un universo transformado

**C**OMO todas las ciencias y como la tecnología, la química desempeña en la sociedad de hoy un papel ambivalente.

Por un lado, es bien sabido que gracias a la química ha podido el hombre sobrevivir y prosperar en nuestro superpoblado planeta. En los países industriales adelantados, la química sirve para conservar y ampliar las ventajas materiales de que gozan hombres y mujeres como consecuencia de su creciente dominio sobre la naturaleza. Al mismo tiempo, los pueblos de los países menos desarrollados aspiran a disponer de los pro-

ductos de la química moderna que pueden contribuir a mejorar y sanear sus vidas, a hacerlas más productivas.

Pero, por otro lado, muchos consideran que la química es responsable de los aspectos más negativos de la vida moderna. Hay una especie de violenta explosión irracional que con frecuencia impulsa a condenar precisamente los logros intelectuales, científicos y técnicos que han permitido al hombre moderno elevarse de su estado salvaje, y a culpar a la química de todo género de atentados contra la calidad de la vida.

Pero no es ésta la primera vez que se pretende negar el valor humano de los conocimientos científicos e impedir su utilización en beneficio de la humanidad. La historia está plagada de ejemplos de resistencia activa a la investigación científica y a la introducción de nuevas técnicas que ponen en entredicho creencias antiguas, amenazan a instituciones tradicionales y modifican el modo de vida.

Todavía hoy existen individuos inquietos y angustiados que podrían poner en peligro el edificio mismo del progreso humano obligando a los científicos a plantearse el problema de los

efectos que sus descubrimientos van a tener en la calidad de la vida. Debería ser perfectamente evidente que el inventor suizo del LSD no podía predecir que otros iban a abusar de los efectos de su descubrimiento en el sector de las drogas psicoactivas, como no podía prever Henry Ford la muerte o la invalidez de centenares de miles de personas en accidentes automovilísticos. Ni a uno ni a otro se les puede hacer responsable de tales resultados.

Precisamente porque la ciencia desempeña una función vital en la sociedad moderna, la actitud de ciertos sectores que se niegan a utilizarla para mejorar la calidad de la vida podría tener consecuencias sociales particularmente graves. Efectivamente, sólo gracias a la ciencia aplicada y a la industria será posible conseguir que los 7.000 millones de hombres y mujeres que habitarán el globo en el año 2000 estén debidamente alimentados, vestidos, alojados, educados e informados, y dispongan de los medios de transporte y de los puestos de trabajo adecuados —es decir, sean los dueños y no los esclavos de su medio.

Esta creciente capacidad para modificar el mundo físico que nos rodea y

**4** GENE GREGORY, Ingeniero químico, ha escrito especialmente para El Correo de la Unesco dos largos estudios en torno a la investigación científica y la tecnología modernas («Los nuevos alimentos», en marzo de 1969, y « Los frutos del espacio », en marzo de 1970»). Consejero comercial y periodista, ha sido redactor jefe de Weekly Tribune, semanario de lengua inglesa editado en Ginebra (Suiza), y miembro del Comité de redacción de Asia Magazine (Hong Kong). Ha vivido largo tiempo en Asia sudoriental, donde fue corresponsal de la Agencia Reuter y colaborador de varios periódicos. Los cuatro artículos que aquí publicamos son el resultado de un amplio estudio realizado por Gene Gregory para El Correo.



para satisfacer las necesidades y aspiraciones del hombre se debe en gran parte a la ciencia de la química y a su industria.

Podemos dividir las necesidades del ser humano en cuatro grandes grupos según su grado de urgencia. Pues bien, la química contribuye de manera importante, a veces decisiva, a la satisfacción de todas ellas.

En primer lugar figuran las necesidades fundamentales de alimentación, vivienda, salud y esparcimiento. A continuación vienen los medios para atender a esas exigencias: industria productiva, comunicaciones y transporte. Después, las estructuras socioeconómicas que son necesarias para mantener el equilibrio y crear las condiciones ambientales indispensables para la plena realización del hombre. Por último, éste toma conciencia de sí y, al mismo tiempo, se expresa mediante lo que pudiéramos llamar su cultura: las costumbres, el arte y la creación intelectual.

Evidentemente, la química contribuye ante todo a la satisfacción de los dos primeros grupos de necesidades humanas: las necesidades fisiológicas primarias que sirven de sustento a la vida y las de la vida social. Pero, junto con otras ciencias, la química constituye también un factor de transformación socioeconómica y, tanto por su carácter práctico como por la imagen que presenta, desempeña un papel esencial en el comportamiento y en la actividad cultural de los hombres.

En este umbral de un nuevo decenio, el ciudadano medio de un país industrializado utiliza de 300 a 500 productos químicos en su vida diaria: unos 60 para el vestido; aproximadamente 200 en su hogar, su oficina y su automóvil; otros 50 como medicamentos para proteger su salud, etc. Por último, 500 más intervienen

en la producción y preparación de los alimentos por él consumidos. Apenas existe actividad del hombre moderno que, en una u otra forma, no necesite utilizar alguno de los numerosos productos químicos —casi un millón— que hoy existen.

Este número se incrementa año tras año. Sólo en los Estados Unidos, aparecen anualmente en el mercado más de 500 productos químicos totalmente nuevos; y en la sola ciudad de Basilea 3.500 científicos gastan 150 millones de dólares al año en la investigación y el desarrollo de medicinas, colorantes, plásticos, productos químicos para la agricultura, cosméticos y una amplia variedad de otros productos que habrán de satisfacer las necesidades del hombre en el año 1985 o en el 2000.

La mitad de la producción química actual está constituida por productos que no existían hace diez años. En 1985 habrá aparecido toda una nueva generación de productos químicos y antes de fines de siglo nacerá otra.

Si bien en la década de 1960 a 1970 la industria química ocupaba en los países más adelantados el cuarto lugar después del petróleo, los metales básicos y el material de transporte, hacia 1985 habrá sobrepasado a los metales básicos y, en el año 2000, será probablemente la primera industria, junto con la electrónica. He aquí algunas de las razones que explican tal cambio.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) calcula que si en 1985 hemos de producir suficientes alimentos para nutrir a la población mundial, el consumo de abonos y plaguicidas, sólo en los países en vías de desarrollo, tendrá que ser doce veces mayor que el de 1962; y, en el año 2000, el consumo de estos productos deberá haberse multiplicado por 8 o 10

en relación con el nivel correspondiente a 1985.

Paralelamente a esta demanda creciente de productos alimenticios se registrará un aumento de las necesidades en materia de vestido que, en la medida en que crezca la prosperidad, será mucho mayor que el incremento en el consumo de alimentos.

Sin embargo, teniendo en cuenta que por razones climáticas y regionales la producción de lana y de algodón ha alcanzado ya su nivel máximo, las necesidades de vestidos deberán satisfacerse casi totalmente gracias a un incremento en la producción de celulosa y de fibras totalmente sintéticas. La producción anual de fibras celulósicas, que ahora alcanza un nivel de 3,5 millones de toneladas métricas, llegará a más de 7 millones al terminar este siglo. Y, lo que es aún más notable, la producción de fibras sintéticas pasará de los 3 millones de toneladas métricas anuales de hoy a una cifra aproximada de 45 millones de toneladas métricas en el año 2000.

Durante el mismo período, el valor de la producción de plásticos para usos personales, para la construcción y para la industria rebasará el de la producción de acero, ya que la aparición de una amplia gama de materiales compuestos permitirá combinar, por ejemplo, la gran resistencia de los cristales metálicos puros con la elasticidad y otras cualidades de los productos químicos orgánicos.

Esta incipiente «revolución en los materiales» abrirá amplias posibilidades para elaborar nuevos productos, lo cual supondrá nuevas satisfacciones y nuevos mercados. Podrá así el hombre dar un paso más en el camino de su independencia respecto de la naturaleza y de su control sobre el medio, con vistas a la adecuada satisfacción de sus necesidades.

SIGUE EN LA PAG. 8







Foto Georg Gerster © Rapho, París



Foto Ivan Masser © Black Star - Fortune

Se diría que los rascacielos que rodean a este edificio de 100 pisos, en la zona de Chicago que da al Lago Michigan, se han empequeñecido. Los arquitectos de la gran ciudad norteamericana construyeron esta soberbia torre con un costo no mayor que el de un edificio corriente de 45 pisos, gracias al empleo de aluminio reforzado con espuma de plástico. Los materiales plásticos han abierto nuevos horizontes para la construcción más económica de edificios y de viviendas.

## CARRETERAS DE FIBRAS SINTÉTICAS Y ZAPATOS DE PLÁSTICO

¿Quién lo hubiera creído? En la primera fotografía de la izquierda, unos obreros desenrollan cerca de Poitiers, Francia, una carretera fabricada con fibras sintéticas y presentada en rollos gigantes como si se tratara de un linóleo inmenso que se coloca sobre la tierra. Luego se vierte el asfalto y la carretera queda terminada. En la otra fotografía, grandes láminas de plástico salen de una prensa, estampadas con los patrones que, una vez recortados, formarán la parte superior de los zapatos. El material es impermeable y, para duplicar la «ventilación» del cuero, tiene cerca de 200.000 poros por centímetro cuadrado.

# 2

- Plaguicidas y fertilizantes, arma contra el hambre
- Proteínas milagrosas para el maíz y el trigo
- Los productos químicos de la fotosíntesis

**S**i se llevara a cabo una encuesta entre toda la población de la tierra, pondría de manifiesto sin lugar a dudas que el problema número uno del mundo actual radica en cómo producir alimentos suficientes y adecuados para todos.

Esta capacidad de evaluar, medir y prever con un cierto grado de exactitud las necesidades en alimentos de la humanidad, que la FAO aplicó recientemente en su Plan Indicativo Mundial Provisional, nos permite, en el marco de la tecnología actual, organizar un sistema de producción y distribución que satisfaga esas necesidades.

Ciertamente, tal como aparecen ante nuestros ojos, las estadísticas relativas a la alimentación resultan brutales. En la actualidad el abastecimiento alimentario es adecuado y suficiente sólo en 30 países industrializados de la zona templada septentrional, donde viven 900 millones de personas. En cambio, en otros 70 países menos desarrollados, la dieta de 1.900 millones de seres es inadecuada desde el punto de vista nutritivo, la desnutrición crónica es general y todavía mueren de hambre todos los años millares de personas. Además, para que esos países puedan realizar progresos económicos y sociales, necesitan una mejor alimentación que pueda sustentar su esfuerzo.

Hasta los últimos años, en todos los países en vías de desarrollo la población crecía más rápidamente que la producción de alimentos. De continuar esto así, proclamaban algunos pesimistas, en 1975 el mundo entero sufrirá de hambre. Después se produjo la «revolución verde», que representó un auténtico salto en la producción de trigo en México y Paquistán, seguido por un gran incremento de la producción de arroz en el Asia sudoriental.

De repente, lo que los científicos sabían instintivamente, si no por ex-

periencia, comenzó a ganar poco a poco crédito popular: que al fin y al cabo podemos alimentar a la población mundial de hoy y de un futuro previsible. La nueva tecnología ha dado nuevas esperanzas a los países en vías de desarrollo: habrá suficientes alimentos para que todos coman en esta generación. Una vez desarrolladas las nuevas variedades mejoradas de cereales, la tarea por realizar depende en gran medida de los productos químicos y de mayores existencias de agua.

En 1840, Justus von Liebig, iniciador alemán de la química agronómica, formuló su teoría fundamental relativa a la nutrición de las plantas: toda planta necesita una cantidad determinada de nitrógeno, de fósforo y de potasio, en forma soluble, a fin de asegurar su

crecimiento; esos tres elementos esenciales no pueden ser substituidos por otros ni son tampoco intercambiables.

La obra científica de Liebig permitió el desarrollo inmediato de las industrias de los fosfatos y de la potasa, pero la cantidad de compuestos de nitrógeno soluble en los yacimientos naturales resultó insuficiente y, hasta principios del siglo, todos los esfuerzos para convertir el nitrógeno contenido en el aire en compuestos adecuados fracasaron.

Fue entonces cuando, en su famosa conferencia de Bristol, en 1898, Sir Williams Crookes hizo un dramático llamamiento a los químicos de todo el mundo para que descubrieran el medio de fijar el nitrógeno contenido en el aire, advirtiendo que el espectro del



Foto Anthony Howarth © Black Star - Rapho, Paris



hambre generalizada no desaparecería mientras continuara la escasez de abonos nitrogenados y que para obtenerlos en cantidad suficiente era preciso recurrir a nuevas técnicas y procedimientos de producción.

Gracias a los trabajos de Fritz Haber y de Carl Bosch, que en 1908 introdujeron la técnica de la hidrogenación a alta presión del nitrógeno atmosférico para producir amoníaco, la cantidad de nitrógeno disponible en el mundo llegó a constituir un factor decisivo en el incremento del volumen de la producción alimentaria, mediante los abonos minerales.

En los últimos cien años, valiéndose de la aplicación gradual de nuevas técnicas para el tratamiento del suelo, Alemania ha cuadruplicado el rendimiento por hectárea del trigo y de las patatas. Pero ni siquiera en los países más adelantados se utilizan plenamente las posibilidades que los abonos ofrecen para mejorar la producción. Ahora se están creando abonos complejos que aportan, en una sola aplicación, todos los elementos necesarios en las proporciones adecuadas para el crecimiento de la planta.

Pese a los progresos realizados durante el último siglo en materia de tecnología de los abonos, son todavía bastantes las personas aparentemente enteradas que sostienen la equivocada teoría de que la posibilidad de ampliar la superficie cultivada del mundo es muy limitada. Ahora bien, según la opinión muy mesurada de Sir Dudley Stamp, a mediados del siglo XX no se cultiva más que una tercera parte de la superficie apta para ello.

Si se utilizaran de manera intensiva los abonos y otras técnicas perfeccionadas de cultivo, tal como ocurre en los Países Bajos y en el Japón, las

tierras cultivables del mundo podrían perfectamente alimentar, y aún hartar, a 35.000 millones de personas, es decir, 10 veces más que la actual población del mundo, y ello sin tener en cuenta los progresos de la tecnología ni la cantidad cada vez mayor de alimentos procedentes del mar.

En Bulgaria, la utilización sistemática de abonos en granjas de 50 hectáreas con invernaderos de cristal y atmósfera controlada ha permitido convertir a ese país en uno de los principales abastecedores de hortalizas de Europa occidental, durante todo el año.

Combinando el agua obtenida del mar mediante las nuevas técnicas de desalación con energía solar, el bióxido de carbono de las máquinas Diesel y los abonos adecuados, en invernaderos de polietileno inflado con un colchón de aire y en un medio perfectamente controlado, Carl N. Hodges, estudiante graduado de la Universidad de Arizona, logró en los primeros años de la década de 1960-1970, en Puerto Peñasco (México), producir 160 variedades de 18 hortalizas y frutos.

Esta combinación de productos de la química moderna, que permitía obtener, por lo menos en una variedad de cada fruto u hortaliza experimentada, rendimientos superiores a los del cultivo al aire libre, tuvo inmediatamente repercusiones revolucionarias en las zonas desérticas del mundo próximas a los océanos o que disponían de aguas subterráneas salobres.

La primera granja «portátil» en gran escala que utilizó los resultados del nuevo laboratorio de investigación sobre el medio, creado en la Universidad de Arizona y dirigido por Hodges, se estableció —cosa perfectamente natural— en el emirato de Abu

Dhabi, en el Golfo Pérsico, a unos 800 kms al sur de Kuwait. El costo de las hortalizas producidas, teniendo en cuenta la amortización en diez años de las instalaciones, es de aproximadamente 20 centavos de dólar por libra, frente al precio medio de 1,50 dólares de los mismos productos transportados desde Kuwait.

Ya hoy día la mitad de la población del mundo se alimenta gracias al incremento de la producción obtenido mediante la utilización de abonos comerciales, cuyo nivel de consumo actual es de 27 millones de toneladas métricas al año. Para poder alimentar debidamente a la población prevista para el año 2000, habrá que aumentar la producción mundial en 90 o 95 millones de toneladas métricas al año.

Para atender a las necesidades hasta finales de este siglo y en la situación actual de la tecnología, será necesario invertir 33.000 millones de dólares.

Pero, al mismo tiempo que se esfuerza por producir más alimentos para 60 millones de nuevas bocas al año, el hombre crea condiciones favorables para la multiplicación acelerada de más de 10.000 especies de insectos que luchan por apoderarse de esos mismos alimentos, todavía insuficientes para asegurar a todos los hombres una dieta mínima. Quizás exagerando un poco, se ha dicho que los seres humanos tenemos que alimentarnos con lo que dejan los insectos y demás animales nocivos.

Según ciertos cálculos, las pérdidas ascienden como mínimo a 70.000 millones de dólares, correspondiendo a los insectos el 12 por ciento, a las enfermedades de las plantas otro 12 por ciento y a las malas hierbas el 10 por ciento de las pérdidas respecto de la producción potencial total. Y ello

Los microbios que devoran los desperdicios y los convierten en forraje rico en proteínas pueden contribuir a resolver el problema cada vez más grave de la utilización de los materiales de desecho. A la derecha, el Dr. W. Dexter Bellamy, un bioquímico de uno de los grandes centros de investigación aplicada de Nueva York, quien ha identificado la bacteria capaz de digerir la celulosa y los compuestos químicos conexos que constituyen la mayor parte de los desperdicios sólidos de las grandes ciudades. Los fertilizantes son la clave para hacer que los suelos pobres den buenas cosechas. Los abonos químicos de acción retardada, que están apareciendo en el mercado, sólo requieren una aplicación durante todo el ciclo de cultivo, con lo cual se evita la dosificación excesiva. Conjuntamente con los fertilizantes químicos modernos, las nuevas técnicas agrícolas hacen que los países en vías de desarrollo puedan concebir la esperanza de suministrar alimentos suficientes para toda la generación actual. A la izquierda, los cultivos de una granja forman graciosos dibujos en una ladera del Africa central.

Foto General Electric, Schenectady, Nueva York



## El DDT en el banquillo de los acusados



Foto Jean Manuel - FAO

**LAS SOBRAS DE LA LANGOSTA.** Se ha dicho que la humanidad se alimenta con lo que dejan las plagas. Téngase presente que una sola langosta devora diariamente su propio peso en alimentos. Una nube de estos insectos puede consumir en veinticuatro horas de 30.000 a 100.000 toneladas de productos vegetales. Hoy se discute mucho en torno al DDT y a otros plaguicidas químicos, pero no está en modo alguno demostrado que sean nocivos para el hombre, como suponen numerosas personas. Un alto funcionario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación acaba de declarar que, « sin las defensas químicas contra los insectos, millones de personas morirían de hambre », y la Organización Mundial de la Salud considera que el empleo del DDT es por ahora indispensable para combatir al mosquito anopheles portador de la malaria.

a pesar de la generalización del empleo de plaguicidas.

El Dr. Herrel DeGraffe, especialista en nutrición de la Universidad Cornell, calcula que si se eliminaran los productos químicos en el proceso de producción de víveres, aproximadamente una tercera parte de la población del mundo quedaría privada de todo alimento. «Millones de seres morirían de hambre si no dispusiéramos de una defensa química contra los insectos», afirmaba recientemente un alto funcionario de la FAO. Y, según el Ministro de Agricultura de la India, la difícil situación alimentaria que existe en este país se convertiría, si no fuera por los insecticidas, en auténtica catástrofe, con millones de muertos.

Aún en los Estados Unidos, donde los excedentes alimentarios preocupan a economistas y políticos desde hace más de un cuarto de siglo, sin plaguicidas químicos sería necesario racionar los alimentos. Las amas de casa tendrían que hacer largas colas para comprar productos de calidad inferior, debiendo además pagarlos un 25 por ciento más caros.

Gradualmente, gracias al auge de la industria especializada en la producción de plaguicidas, los hechizos mágicos y los espantajos manejados por cansados esclavos, únicas armas de que en un principio disponía el hombre en su guerra contra los insectos, han sido substituidos por más de 200 compuestos químicos eficaces y seguros que han inclinado decisivamente la balanza en favor del *homo sapiens*.

Resultado de ello es que, en el Japón, donde el uso de plaguicidas por hectárea cultivada es más de cinco veces mayor que en Europa y América del Norte, la producción por hectárea es casi dos veces la de Europa y más de dos veces la de Estados Unidos. Hoy, gracias a una activa y permanente campaña contra las plagas, las pérdidas causadas por los insectos en las cosechas de arroz representan un promedio de 1,5 por ciento. En cambio, hace 30 años, los daños provocados por el barrenillo ocasionaban la pérdida del 50 al 60 por ciento de la producción en el Japón meridional, en cinco de cada diez cosechas.

También se han obtenido grandes progresos en la lucha contra las enfermedades de los arrozales japoneses utilizando ampliamente los fungicidas, particularmente en el tratamiento de las semillas. Estas defensas químicas, junto con las semillas mejoradas, han transformado al Japón, que, de región crónicamente deficitaria en cuanto a los principales alimentos, ha pasado a ser un país con exce-

dentes alimentarios en el breve lapso de 25 años, precisamente cuando el éxodo rural hacia las ciudades ha reducido la mano de obra agrícola de un 47 por ciento a un 19 por ciento de la población activa.

Aún contando con sus bajos rendimientos agrícolas, el uso de los plaguicidas para eliminar las pérdidas en los graneros permitiría a la India, según indican las estadísticas, dar un gran paso adelante en el camino de la autosuficiencia en materia de cereales, manteniendo el actual nivel de consumo. Las pérdidas de cereales principales por almacenamiento fueron en la India de más de 5 millones de toneladas durante el periodo de 1962 a 1964, es decir, aproximadamente un millón de toneladas más que la totalidad de las importaciones de granos comestibles de ese país en 1962.

Pese a la urgente necesidad de establecer una protección más eficaz, antes y después de la recogida de la cosecha, contra plagas, enfermedades y malas hierbas, y aunque ha quedado demostrada la conveniencia de adoptar medidas eficaces de protección de los cultivos, los agricultores de muchos países siguen considerando que esas pérdidas y daños son inevitables y que hay que resignarse y aceptarlas como se aceptan las inundaciones, las sequías, los huracanes y otras catástrofes naturales.

**A**L mismo tiempo, algunos publicistas, aprovechando ciertas tendencias emotivas, románticas y aún místicas, han logrado persuadir a mucha gente, incluso a funcionarios gubernamentales, que los plaguicidas, y especialmente el DDT, son peligrosos y deben ser prohibidos. Pero, contrariamente a lo que se dice en muchos informes, hasta ahora nadie ha sufrido perjuicio alguno atribuible a los residuos de los productos utilizados para la protección de las cosechas.

La realidad es que son pocos los plaguicidas químicos que penetran en el cuerpo del hombre y siempre en cantidades mínimas, como no sea por accidente, suicidio o asesinato. Ahora bien, el pánico causado por las acusaciones generalizadas contra el DDT y otros plaguicidas ha dado lugar a que se adopten medidas prematuras con vistas a restringir su uso.

En términos generales, y pese a los crecientes esfuerzos encaminados a descubrir métodos biológicos adecuados para este fin, la FAO y la OMS advierten que, aparte de los medios de lucha químicos, apenas existen otras formas de combatir las plagas.

Los expertos de la FAO que se ocupan de la protección de las plantas afirman claramente que «en el mundo desarrollado el gran debate en torno al DDT parece impropio. El DDT va desapareciendo porque muchos insectos

han adquirido cierta resistencia a ese producto y porque empieza a disponerse de métodos de lucha mejores y más refinados. En el mundo en vías de desarrollo la situación es más difícil. No se dispone allí de otro plaguicida eficaz contra muchos insectos que no sea tóxico para el hombre y que resulte barato. El mundo en desarrollo no puede renunciar al DDT en la actualidad, si bien en el futuro podrá también aprovechar los nuevos métodos de lucha contra las plagas que están elaborándose en los países tecnológicamente más avanzados.»

Todo cambio importante en el ecosistema agrícola tiende a perturbar el complejo equilibrio entre la planta y las plagas, provocando el desarrollo repentino de insectos y enfermedades. Sin duda, muchas de las medidas que van a adoptarse en los próximos años para mejorar la productividad agrícola en los países en desarrollo alterarán el medio y crearán a menudo condiciones más favorables para las plagas. Por consiguiente, la protección de las cosechas, en todos sus aspectos, adquirirá rápidamente durante los próximos dos decenios una importancia cada vez mayor en esos países.

Afortunadamente, hay indicios de que los agricultores están modificando rápidamente su actitud ante los plaguicidas. En 1965 la importación de estos productos por la India y Formosa fue tres veces superior al promedio de los años 1961-1963. En la República de Corea, en Paquistán y en Tailandia, las mismas importaciones se multiplicaron por dos durante idéntico periodo.

Incrementos aún más impresionantes se produjeron en 1966 en el Asia meridional. Así, la superficie en que se aplican medidas de protección de las plantas se quintuplicó en la India entre 1965 y 1969, mientras en Ceilán las importaciones de plaguicidas aumentaban en un 175 por ciento sólo en el año 1967. En lo que atañe al conjunto de los países en desarrollo, la FAO calcula que las necesidades en plaguicidas para 1985 ascenderán a 2.000 millones de dólares al año, comparadas con un consumo de sólo 180 millones en 1962.

Sin embargo, con el tiempo la nueva tecnología modificará estas previsiones. Los insecticidas derivados de los ésteres del ácido fosfórico, que ya existen en el comercio con distintos nombres, adquirirán mayor importancia en las próximas décadas, mientras los hidrocarburos clorados, tales como el DDT, irán cediendo progresivamente terreno.

Mientras tanto, el uso creciente de herbicidas seleccionados, una de las novedades más notables de la postguerra en lo que concierne a la protección de las cosechas, se impondrá cada vez más en los países en vías de desarrollo. La eficacia de estos herbicidas es considerable, pues permiten un aumento de hasta el 30 por ciento de la producción cuando se usan a tiempo en las zonas templadas, y de

hasta un 50 por ciento cuando se trata de países tropicales.

Igualmente importante es la aparición de los llamados productos químicos «sistémicos», nueva generación de plaguicidas no persistentes que penetran en el sistema vascular de la planta, distribuyen su protección por todas partes y luego se metabolizan y convierten en productos de degradación inocuos. Se espera que estos productos permitan ahorrar, por ejemplo, a la Gran Bretaña cereales por valor de 40 a 50 millones de libras anuales al eliminar el tizón, enfermedad que causa normalmente pérdidas de hasta el 15 por ciento de la producción de cereales en el Reino Unido.

Al mismo tiempo que la química desempeñará un papel decisivo en el incremento de la productividad agrícola durante los próximos tres decenios, podrá conseguirse en unos pocos años un enorme aumento del valor proteínico de las existencias mundiales de cereales utilizando aditivos aminoácidos sintéticos.

Puede obtenerse un incremento de más del 50 por ciento del valor proteínico del trigo agregando 0,4 por ciento de lisina. A su vez, para lograr en el maíz aproximadamente el doble de proteína utilizable, basta agregar las cantidades apropiadas de lisina y triptosán.

**T**ODOS los aminoácidos fundamentales se producen ya en forma químicamente pura, si bien algunos de ellos a un costo relativamente alto. Antes de que termine el siglo, y a medida que disminuyan esos costos al aumentar su empleo en alimentos naturales y procesos sintéticos, será posible satisfacer las necesidades del hombre en proteínas gracias a estos alimentos sintéticos que, por añadidura, serán agradables al paladar.

Pero, además, la química ha descubierto el medio de proporcionar a animales, aves y peces proteínas producidas industrialmente que completan su dieta normal, logrando así una mejora de la calidad y un aumento de la cantidad de los alimentos de origen animal.

Por ejemplo, las levaduras extraídas del petróleo, todavía no utilizables para la nutrición del hombre, pueden emplearse como componentes en la fabricación de alimentos concentrados para aves y otros animales. Los experimentos realizados por diversas firmas multinacionales para extraer del petróleo los productos necesarios para la elaboración de levaduras han demostrado la viabilidad técnica de este proceso, y la British Petroleum construyó en 1970 una planta que producirá 16.000 toneladas de proteínas al año.

Por su parte, la Unión Soviética está

**SIGUE A LA VUELTA**



también produciendo en pequeña escala proteínas unicelulares de calidad alimentaria, y en el Japón se avanza rápidamente hacia la producción comercial en gran escala, con la perspectiva de alcanzar más de 300.000 toneladas al año para finales de 1971.

Si esta técnica llega a establecerse tan firmemente como esperan quienes están invirtiendo gigantescas sumas en ella, habrá de tener profundas repercusiones en la ganadería y la agricultura tradicionales, pudiendo llegar con el tiempo a substituir a los cereales en la dieta animal e, incluso, a modificar las costumbres alimentarias del hombre.

Ironía del destino: la fotosíntesis, que empezó hace centenares de millones de años, ha producido una vida vegetal en la que tuvo su origen el petróleo. Ahora, la petroquímica permite que esa energía solar entre en competencia, para la producción de los alimentos del hombre actual, con los productos de la fotosíntesis obtenidos en nuestros campos.

Pero esta ironía merece algo más que una observación de pasada. Aunque parezca inverosímil en nuestra época aterrada ante la perspectiva de un hambre en escala mundial, puede ocurrir que, en la medida en que el proceso de industrialización transforma la economía de todos los países en desarrollo, el problema fundamental del futuro sea, no la carencia, sino el exceso de alimentos.

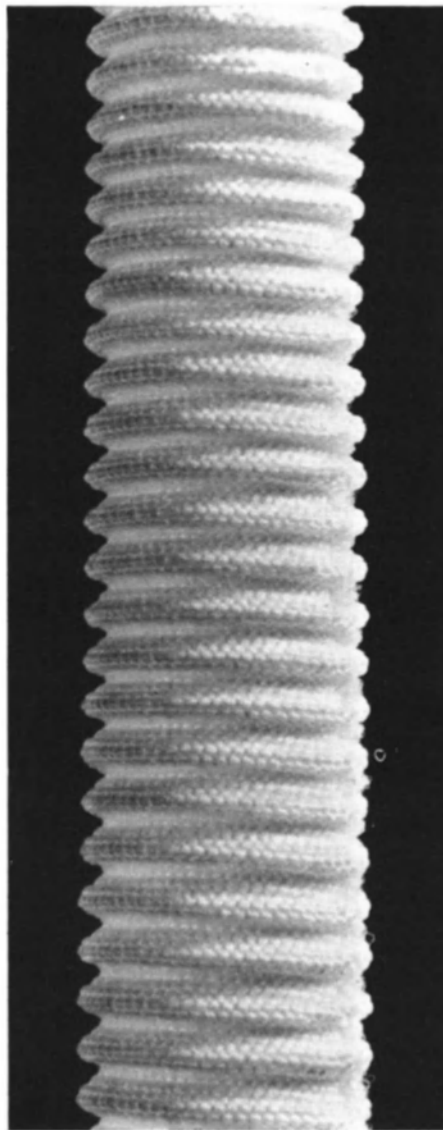
En una época como la nuestra de relativa insuficiencia alimentaria global, los excedentes de alimentos en Europa occidental y América del Norte ponen a prueba los sistemas de distribución, tanto públicos como privados. Cabe imaginar la complejidad del problema cuando se plantee en escala mundial.

Pero también en este terreno puede la química moderna desempeñar un papel decisivo. Los procesos de esterilización, refrigeración y criogenización de los alimentos, su color, su gusto y su embalaje, son cosas que dependen de la existencia de nuevos y mejores productos químicos. Por otro lado, la química aplicada nos promete nuevos materiales de construcción y nuevas fuentes de energía que facilitarán la tarea de almacenar y transportar los alimentos en condiciones y a un costo que permitan ponerlos al alcance de los consumidores en todos los países.

A medida que la revolución industrial vaya abriendo nuevos caminos a la agricultura, la química ocupará un lugar capital como fuerza capaz de transformarla. Para que los países que apenas se han visto todavía afectados por ella puedan beneficiarse de esa revolución en los años que quedan de este siglo, será preciso que la química orgánica, la bioquímica y la microbiología —el triunvirato científico en que se basa la industria química moderna— desempeñen los papeles fundamentales.

# 3

- La revolución química de la medicina moderna
- Piezas de repuesto para el cuerpo humano



La foto muestra un segmento de una arteria de material plástico, con un aumento aproximado de tres veces, que los cirujanos emplean para sustituir las arterias humanas defectuosas.

Foto © M. Fraass, París

**L**A medicina y la sanidad pública modernas están experimentando otra revolución en la que la química ejerce una función tan importante como en la agricultura. Las mejores condiciones sanitarias conseguidas mediante los detergentes sintéticos, la supresión de muchas enfermedades mediante la eliminación de los insectos y roedores portadores de ellas gracias a la utilización generalizada y sistemática de insecticidas, y la extensión de la medicina preventiva y terapéutica, junto con el progreso experimentado por la alimentación y la vivienda, han reducido la mortalidad infantil e incrementado el promedio de esperanza de vida hasta los 67 años entre los hombres y los 74 años entre las mujeres. Se espera en 1985 la cifra sea de 80 años para ambos sexos.

Gran parte de los éxitos de la medicina moderna se basan en el arsenal cada vez más abundante de productos farmacéuticos de que puede disponer.

La utilización de medicamentos para aliviar las enfermedades es tan vieja como la historia de la humanidad. Ya los chinos elaboraron una complicada farmacología utilizando gran variedad de remedios naturales. Sin embargo, la idea de experimentar sistemáticamente en laboratorio la acción de los medicamentos no surgió hasta 1950, cuando el sorprendente desarrollo de la industria química alemana incitó a Oswald Schniederberg a estudiar los perjuicios causados en los organismos vivos por las sustancias químicamente activas. Y hasta 1930 la industria farmacéutica no inició su verdadero desarrollo. A partir de ese momento se creó, en un plazo sorprendentemente breve, un poderoso arsenal de agentes terapéuticos.

Hoy nos parece perfectamente natural disfrutar de una calidad de vida superior y de una mayor esperanza de vida, sufrir menos enfermedades y dolores y disponer constantemente de nuevos medicamentos a precios asequibles. Se calcula, por ejemplo, que en el periodo de veinte años comprendido entre 1944 y 1964, sobrevivieron en los Estados Unidos de América

3.250.000 personas que hubieran fallecido de mantenerse el mismo índice de mortalidad que en 1944.

El descubrimiento y el perfeccionamiento de las sulfamidas, de los antibióticos y de otros medicamentos anti-infecciosos han reducido de manera notable en el mundo entero la mortalidad causada por numerosas enfermedades infecciosas. Durante esos veinte años los antibióticos permitieron disminuir en un 90 por ciento el índice de mortalidad correspondiente a la fiebre reumática aguda y eliminaron prácticamente los casos de fiebres reumáticas después de una infección estreptocócica.

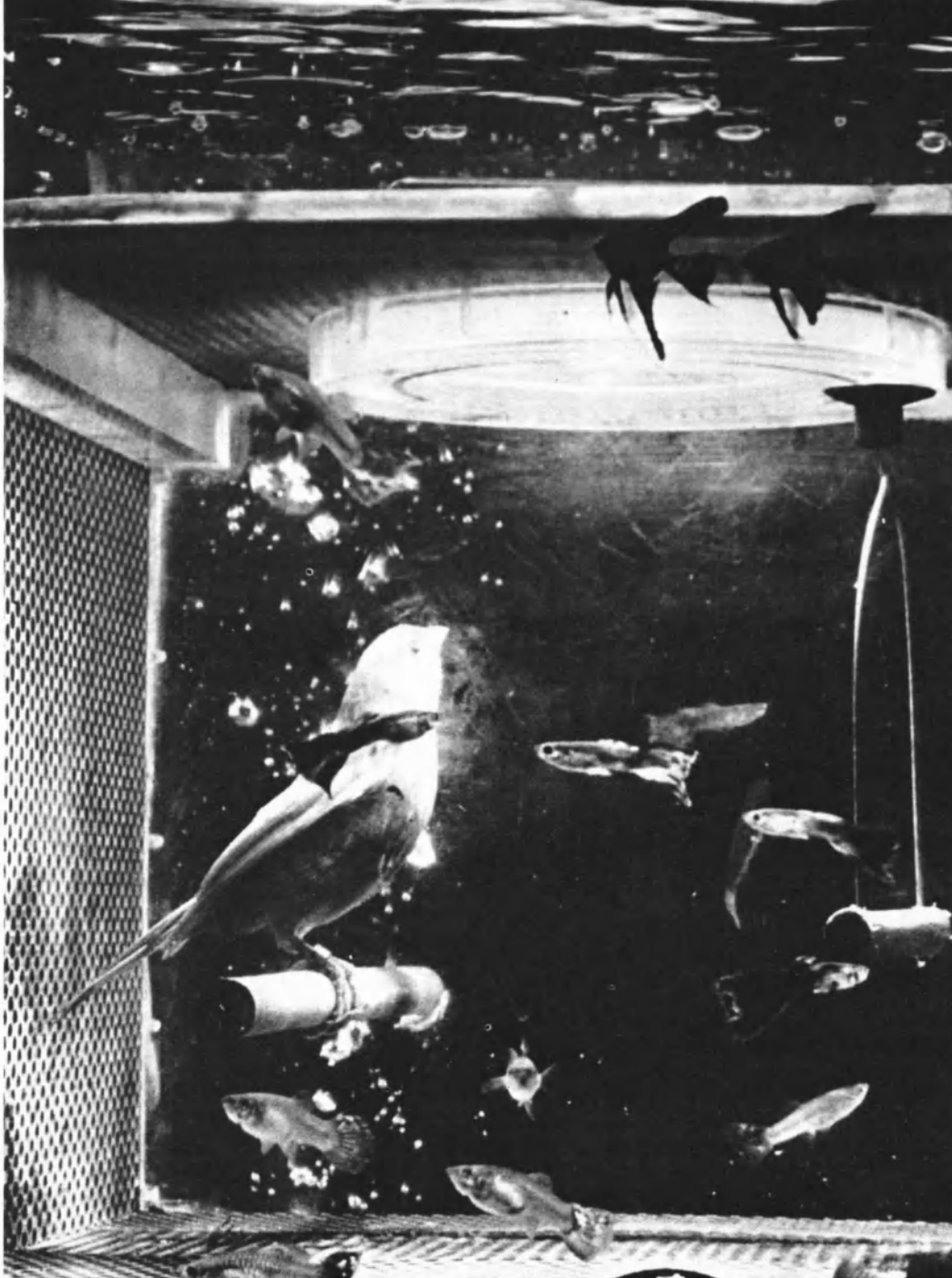
Gracias a los medicamentos se han producido cambios notables en el tratamiento de la tuberculosis. Así, la aplicación de la estreptomina hizo que disminuyera en un 49 por ciento la mortalidad causada por esa plaga secular, y un año después de la aparición de la isoniazida el índice de mortalidad por causa de tuberculosis había disminuido en un 86 por ciento. Y estos no son sino algunos ejemplos de los progresos conseguidos gracias a la química en las tres o cuatro últimas décadas.

Otros muchos productos farmacéuticos influyen considerablemente en la calidad de la vida, sin modificar su duración. Por ejemplo, los medicamentos contra el dolor, así como la terapéutica anticonceptiva por vía bucal, que permite una planificación familiar inteligente. Los tranquilizantes y otras drogas que ejercen influencia sobre el sistema nervioso central han contribuido de manera importante a la lucha contra las enfermedades nerviosas y a devolver a la vida normal a los enfermos mentales.

Por otro lado, se calcula que más de 500 millones de personas ingieren diariamente un suplemento de vitaminas sobre su dieta normal. Y, más recientemente, la elaboración de medicamentos eficaces contra la hipertensión ha permitido aliviar las enfermedades cardiovasculares, tan difundidas en nuestro tiempo y tan peligrosas para la vida y la salud humanas.

Es mucho lo que cabe esperar de las

**SIGUE A LA VUELTA**



Fotos John Zimmerman © Time-Life Books, EUA

## UN CANARIO BAJO EL AGUA



Completamente seco y gorjeando en el fondo de un acuario, el canario que aparece en la fotografía se halla encerrado en una bolsa fabricada con una película de silicona tan fina que, aunque impermeable, permite el paso del oxígeno del agua que la rodea. De hecho, esta membrana artificial funciona como las branquias de los peces. A la izquierda, la membrana formada con dos películas de silicona, laminadas simultáneamente, y que tienen un espesor combinado de una milésima de pulgada. Gracias a las ropas de silicona, los buzos podrán un día prescindir de las botellas de oxígeno. Las bolsas de silicona, a través de las cuales el oxígeno pasa más rápidamente que los demás gases de la atmósfera, podrían emplearse en los hospitales como cámaras para suministrar aire enriquecido de oxígeno sin necesidad de recurrir a procedimientos mecánicos.

## El descubrimiento más importante desde el de los antibióticos

perspectivas de nuevos progresos en lo que atañe a los productos farmacéuticos bioquímicos. En la medida en que la vida humana se prolonga, la medicina para las personas de edad avanzada requiere mayor atención. En el futuro inmediato disminuirán los efectos debilitadores de la senilidad, las enfermedades del corazón y la artritis.

La fabricación de nuevos órganos artificiales y de substitutos para los tejidos permitirá prolongar la vida cuando sólo determinadas partes del cuerpo se vean amenazadas. Al desarrollarse y mejorar los medicamentos inmunosupresores, se perfeccionarán aún más las técnicas de trasplante de órganos.

El mejor conocimiento de la base molecular de las enfermedades, gracias a una investigación biológica más refinada, ejercerá una poderosa influencia en la elaboración de nuevos medicamentos sintéticos, posibilitando una acción eficaz y menos peligrosa contra las mismas. Igualmente, los nuevos conocimientos relativos a los mecanismos mediante los cuales las hormonas normalizan los procesos vitales y a la influencia de la edad y de aquéllas permitirán elaborar medicamentos capaces de ejercer un control eficaz del metabolismo en los enfermos y en los viejos. En tal caso, será posible retrasar el proceso de envejecimiento y reducir la senilidad, prolongando así el periodo de vida activa y útil.

**E**N los últimos años se han puesto a disposición de la medicina varios productos farmacéuticos que logran disminuir la tensión arterial y que, junto con los diuréticos, consiguen mejorar la salud y prolongar la vida de los enfermos de hipertensión. En la actualidad se están preparando remedios más eficaces para reducir los depósitos de grasa que obturan los vasos sanguíneos.

Por último, la instalación permanente de aparatos especiales —los «pacemakers»— para normalizar el pulso, utilizando cristales piezoeléctricos sintéticos que generan la corriente eléctrica necesaria a partir del movimiento del diafragma, permitirá reparar los daños causados en el centro nervioso cardíaco y prolongar más fácilmente la vida de los enfermos del corazón.

Por lo que respecta al cáncer, no parece tratarse de una sola enfermedad sino de una gran variedad de ellas. Consiguientemente, será preciso adoptar criterios diferentes para lograr dominarlo. Los programas minuciosos de investigación en la esfera de los

ácidos nucleicos, orientados a abrir nuevas perspectivas para la química médica, nos permiten esperar que se descubran nuevos medicamentos contra los tumores y nuevos agentes activos contra la leucemia.

Antes de 1985 se utilizarán ya nuevas armas poderosas contra diversos tipos de virus. En este punto es posible predecir acontecimientos sensacionales. Podemos prever que se elaborarán medicamentos antivirales y productos derivados de las investigaciones sobre los ácidos nucleicos para curar la gripe y el catarro. Pero los medicamentos contra los virus no estarán destinados específicamente a un virus particular, sino que afectarán a toda una variedad de virus, incluyendo probablemente a bacteriófagos útiles para la lucha contra las bacterias.

Un minucioso análisis de la estructura molecular ha llevado también a experimentar con moléculas de vacunas en forma de jaula, moléculas que interceptan los virus que penetran en las células humanas o se vinculan a ellas. La base teórica es perfectamente sólida: el hecho de impedir su penetración en las células convierte en inofensivos a los virus. Otros medicamentos impedirán reunirse a los componentes virales o bien, simplemente, orientarán erróneamente a los virus falseando las claves. Existen ya vacunas contra las paperas y la escarlatina y un producto descubierto recientemente es eficaz para tratar las herpes de los ojos. Se trata sin duda de pequeñas victorias, pero que son significativas.

Un nuevo paso adelante en la larga lucha contra la esquistosomiasis ha sido el descubrimiento de un nuevo medicamento prometedor, la niridazole, que impide que las larvas portadoras de *schistosomas* pongan huevos, destruye los huevos en el interior del cuerpo humano y mata a los gusanos progenitores, curando al enfermo y contribuyendo a impedir la perpetuación del parásito. La niridazole, que el profesor A. W. Woodruff, de la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, ha descrito como «la innovación terapéutica más interesante en este y quizá en todos los campos desde la introducción de los antibióticos», permitirá aliviar a 200 o 300 millones de seres humanos en Asia, Africa y América Latina que sufren de esta enfermedad.

Coincidencia feliz: la niridazole ha demostrado además ser un arma eficaz contra el *dracunculus medinensis*, las amebas y ciertos tipos de leishmania —tres parásitos que debilitan al portador y siguen constituyendo un problema fundamental en las zonas tropicales. Se espera que, antes de 1985, la investigación sobre los ácidos nucleicos produzca también nuevos agentes activos contra las enfermedades

des parasitarias y otras afecciones tropicales.

Asimismo, los investigadores se han ocupado recientemente de diversos aspectos de la inmunidad, aparte de los que implican el uso de vacunas profilácticas. Aparecen ya en el horizonte nuevos productos farmacéuticos destinados a curar o a aliviar la artritis y la esclerosis múltiple, que parecen ser fenómenos de autoinmunidad. La rápida preparación de medicamentos inmunosupresores ha permitido ya obtener algunos éxitos en el trasplante de órganos.

Se están haciendo igualmente esfuerzos para aislar nuevas hormonas, mejorar los anticonceptivos por vía bucal y producir drogas analgésicas más potentes que no provoquen hábito, sedativos que no causen tolerancia a las drogas, mejores drogas antiinflamatorias y antiulcerosas y compuestos que eviten o reduzcan la osteoporosis.

Hoy existe un número cada vez mayor de medicamentos destinados a ejercer influencia sobre la mente y el sistema nervioso. El ácido ribonucleico, o uno de sus derivados, parece estimular las células cerebrales de la memoria. Uno de sus usos terapéuticos positivos es el tratamiento de la senilidad, pero tiene implicaciones mucho más amplias.

**C**IERTOS derivados de la hidrazina permiten el tratamiento por quimioterapia de la depresión nerviosa. Ello ha determinado la introducción del uso de los antidepresivos para el tratamiento de los trastornos mentales. Existe otra sustancia síquofarmacéutica que suprime de manera selectiva la ansiedad y la tensión nerviosa, así como sus manifestaciones orgánicas, sin disminuir la agilidad física y mental. Se han preparado ya drogas para el tratamiento de la tensión y de algunas neurosis.

En todo esto hay un aspecto que nos asusta: la utilización que pueda hacerse de esos agentes químicos de control del cerebro. Algunos científicos creen que llegará a ser posible controlar a los individuos y a sociedades enteras sin encontrar obstáculos y sin necesidad de la cooperación activa de las víctimas. Se pueden mezclar productos químicos en el agua, en los alimentos o en el aire que se respira para hacerlos actuar en gran escala. Gracias a ciertas manipulaciones podrían producirse, por un lado, cerebros e individuos inferiores y, por el otro, cerebros y hombres superiores, creando así los señores y los esclavos de que nos hablaba Huxley en su libro *Un mundo feliz*.



## Las mil metamorfosis del plástico

**S** | en la agricultura y en la práctica de la medicina la química ha originado una revolución, su influencia en lo que atañe a la calidad de la vida gracias al descubrimiento de los plásticos no ha sido menor. Los plásticos han permitido al hombre crear nuevos materiales para hacer frente a sus necesidades propias, en lugar de adaptar éstas a las materias primas existentes en la naturaleza.

Las otras materias básicas —el cristal, el hierro, el acero y los metales no ferrosos, la cerámica, el cemento, la madera y las fibras naturales— existían antes de los griegos. El papel fue inventado por los chinos mucho después, aproximadamente al iniciarse la era cristiana. Hasta la invención de los plásticos —que todavía recientemente se consideraban como simples productos de sustitución y no como base de una nueva tecnología fundamental— el hombre moderno sólo había enriquecido el arsenal de los materiales disponibles con el caucho y el aluminio.

Ahora bien, las plásticos, estructurados a partir de la materia más que de sustancias determinadas y capaces de adoptar la forma apropiada para el uso final al que están desti-



Volando a 200 metros de altura en las afueras de Estocolmo, este helicóptero gigantesco transporta una residencia de verano construida con fibras artificiales. La casa, diseñada por el arquitecto finlandés Matti Suuronen, está lista para albergar a cuatro personas. El mobiliario, los utensilios domésticos y la calefacción eléctrica central están todos incorporados en el plano original. Hasta las ventanas son de material sintético. Existe ya una gran demanda de estas viviendas circulares, que actualmente se producen en serie en los Estados Unidos, para moteles y para el alojamiento temporal de las personas que trabajan en la construcción.

nados, representan sólo los comienzos de una nueva tecnología de los materiales.

Gracias a los descubrimientos de la fisicoquímica y de la mecánica cuántica, podrán elaborarse nuevos materiales formados por microestructuras específicas de átomos y moléculas adaptadas para obtener las características físicas, químicas y eléctricas deseadas. Con esos materiales nos vestiremos y construiremos los edificios donde hemos de vivir y trabajar, las ciudades del futuro.

Las fibras totalmente sintéticas, que están sustituyendo rápidamente a las fibras naturales, han suscitado en los últimos diez años una auténtica revolución en lo que atañe a las comodidades de que el hombre puede disfrutar. La consecuencia ha sido que, mientras el consumo de algodón permanecía estable en el decenio de 1960 a 1970, la producción de tejidos de poliéster para el vestido y los usos domésticos se ha multiplicado por veinte y se prevé que habrá de triplicarse en la presente década.

Las fibras elásticas, o «spandex», que han modificado tan profundamente

la moda femenina, se utilizarán mucho más ampliamente en el futuro para la confección de todo tipo de prendas de hombre o de mujer. Para obtener una mayor comodidad y un mejor ajuste y plegado del tejido, basta incorporar a éste una pequeña cantidad de «spandex».

Gracias a otra innovación de este tipo, las fibras modacrílicas, han vuelto a ponerse de moda las pelucas y los postizos para las mujeres y, cada día en mayor medida, también para los hombres.

Además, las fibras sintéticas han permitido aumentar la comodidad y el refinamiento de los hogares, facilitando al mismo tiempo su limpieza y conservación. Los nuevos materiales para suelos, cortinajes y tapicería son más bellos, duran más y resultan más fáciles de limpiar y conservar.

En los últimos diez años se ha multiplicado por cuatro la instalación de tapices en los hogares, hoteles y oficinas y se espera que la disminución de los precios, la mayor durabilidad y el escaso costo de conservación permitan ampliar su uso, incluso al aire libre. Igualmente, el tapizado de las paredes, que presenta la ventaja

de un mejor aislamiento, especialmente contra los ruidos, ofrece múltiples posibilidades para la decoración.

Hoy disponemos de otras muchas fibras todavía más sorprendentes para diversos usos industriales y para la construcción. Materiales fibrosos extraordinariamente flexibles incorporados a los metales, a las piezas de cerámica o al carbón se utilizan ya como separadores y matrices para aislar las pilas de combustible a elevada temperatura, como reflectores y aisladores en hornos calentados por inducción o por resistencia, para reforzar los materiales utilizados en las toberas y blindajes, para filtrar a alta temperatura las bases y los metales, y como difusores porosos para quemadores con rayos infrarrojos y soportes de catalizadores.

Las fibras de carbono y grafito producidas mediante descomposición del rayón o los polímeros acrilonitrílicos en condiciones cuidadosamente controladas constituyen materiales de ingeniería ligeros y de mayor solidez. Debido a su alto costo de producción, estas fibras sólo se utilizan para aplicaciones especiales tales como la protección de la parte anterior del

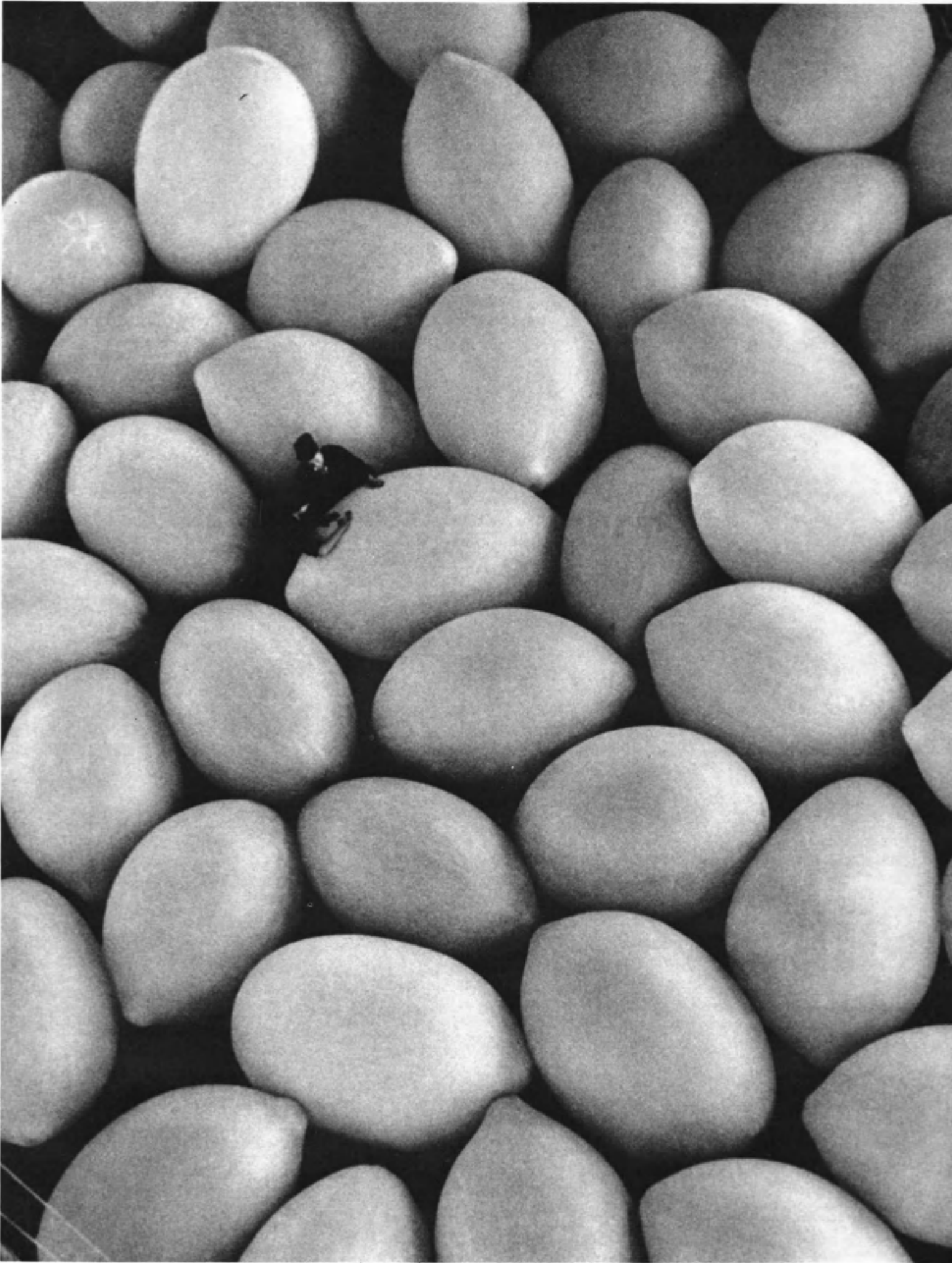
SIGUE EN LA PAG. 20

## “LIMONES” ESTRATOSFERICOS Y ROPAS PARA EL INFIERNO

Los descomunales «limones» de la foto son en realidad inmensos globos de caucho sintético para la investigación de los fenómenos de la estratosfera, sometidos a inspección en una fábrica junto al río Volga, en la Unión Soviética. El nuevo arsenal de los materiales sintéticos creados por la química moderna incluye una amplia gama de polímeros resistentes al calor, que van desde los materiales capaces de proteger durante breves periodos los metales contra temperaturas de 2.000 grados hasta las fibras de nilón a prueba de fuego. A diferencia de la tela de amianto, este nuevo tejido puede utilizarse para la confección de ropas protectoras con destino a los bomberos (abajo) y a las personas que por su trabajo están expuestas a los riesgos del fuego, permitiéndoles sin embargo la misma libertad de movimientos que si se tratara de ropas corrientes.

Foto © Dupont, Nueva York







# UNA GOTTA DE COLA BASTA

¿Puede una sola gota de «cola» tener suficiente poder adhesivo para soportar un peso de media tonelada? La respuesta es: Sí, siempre que se trate de una de las nuevas "colas" plásticas. La capacidad de las sustancias adhesivas de gran resistencia para soldar los materiales con carácter prácticamente definitivo se evidencia en las fotografías de esta página. Es posible que gracias a los nuevos plásticos adhesivos, que son más fuertes, más ligeros y de empleo más fácil que las abrazaderas, las tuercas y los pernos, resulten un día anticuados los clavos y los remaches. Tal vez en el futuro las casas, los automóviles y los aviones estén formados por piezas pegadas entre sí como las de los muebles actuales. Abajo, las delicadas tracerías formadas por la cola empleada para pegar dos placas de vidrio. El dibujo apareció cuando se separaron las placas con fines de investigación.

Foto © Georges Joniaux



Arriba y abajo, una sola gota de «cola» o material adhesivo basta para soldar dos cilindros de acero que formarán parte de una grúa de gran potencia. El líquido se solidifica al simple contacto: la mínima cantidad de humedad y oxígeno que se encuentra en casi todas las superficies basta para desencadenar el proceso. En pocos minutos, la soldadura química creada por la gota de cola es suficientemente fuerte para resistir un peso de 1.200 libras (a la derecha)





Fotos © Life



Foto Serge de Sazo © Rapho, París

## LA QUÍMICA MODERNA (cont.)

fuselaje de los aviones, la fabricación de naves espaciales y la construcción de instalaciones de radar ultrasensibles en las remotas zonas árticas.

Un papel semejante al que desempeñan las fibras sintéticas en lo que toca al vestido y al hogar van a desempeñar en un próximo futuro los plásticos sólidos, extraídos de las mismas resinas, para la construcción de viviendas, los muebles, el automóvil y la industria.

Las viviendas cómodas y tranquilas, con un clima ideal, aire puro y libres de todo ruido, de que antes sólo podían gozar algunos privilegiados, están ya al alcance del habitante medio de la ciudad, gracias a la tecnología de los plásticos. Millones de familias podrán pronto disponer de iluminación especial, gracias al uso de paneles plásticos electroluminiscentes, y de calefacción por irradiación en techos de neopreno.

Los techos y tabiques contruídos de espuma plástica recubierta con láminas finas de metal, de cerámica o de madera prensada o con láminas plásticas, resultarán ligeros, totalmente aislantes y tan resistentes como los metálicos y permitirán el auge de la construcción de edificios prefabricados que tanta mano de obra ahorra.

Las nuevas técnicas y concepciones en materia de construcción, a base de materiales plásticos concebidos especialmente para funciones perfectamente determinadas, que se combinan en la estructura concluida con otros productos y materiales, abren nuevos y amplios horizontes en lo que atañe a la construcción de viviendas y edificios. Gracias a ellas se consigue un ahorro considerable en tiempo y dinero y, a la vez, mayor aislamiento, integridad constructiva y comodidades.

El uso del aluminio negro anodizado junto con espuma aislante de uretano permitió a los arquitectos de Chicago

diseñar el centro John Hancock, edificio futurista de cien pisos situado en Windy City, con un costo de construcción semejante al de un edificio corriente de 45 pisos (aproximadamente 95 millones de dólares). Entre los productos sintéticos utilizados en este y otros edificios pueden citarse los apoyos de vigas resistentes a la corrosión, las resinas adhesivas consideradas como 30 veces más resistentes que el mortero corriente y de 10 a 30 por ciento más baratas, etc.

El conglomerado de extrañas y deslumbrantes estructuras erigido en las colinas Senri, en las afueras de Osaka (Japón), con motivo de la Exposición Universal de 1970, nos permite vislumbrar otras formas del futuro posibilitadas por la química moderna. En los edificios de la Exposición, aunque habían sido diseñados ante todo para agradar y sorprender al visitante, se utilizaron numerosas innovaciones de los sistemas de construcción que pue-





Foto © Rapho, Paris

Los esquiadores de estas fotos se deslizan bajo el cálido sol de verano por pistas artificiales construidas con láminas de material sintético que, gracias a un cuidadoso diseño (abajo), poseen la consistencia y las características propias de la nieve. Mediante este sistema, los jóvenes de Yomiuriland, Japón, y los habitantes de Dieppe, Francia, pueden practicar todo el año el deporte del esquí (fotos de la izquierda).

## LAS NIEVES DEL VERANO

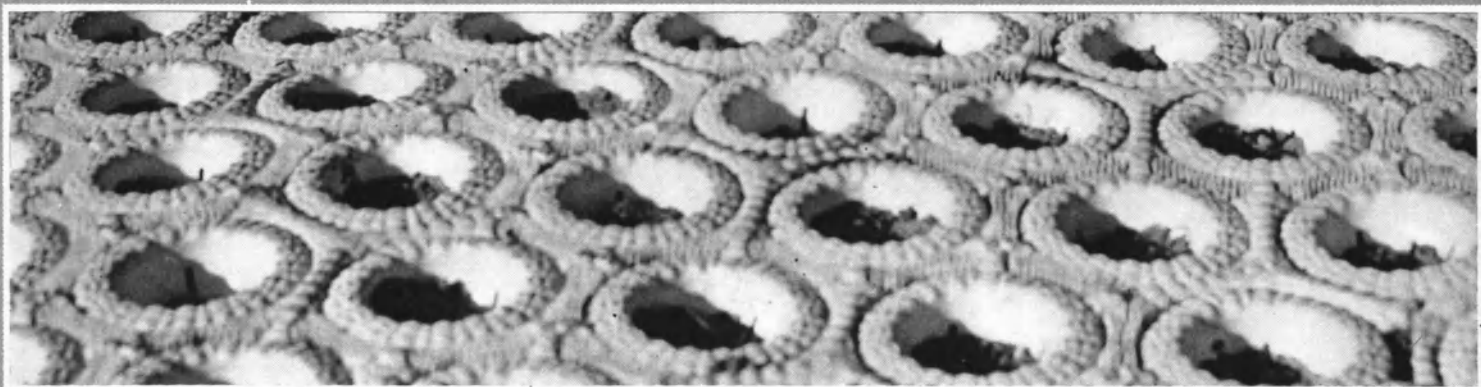


Foto Serge de Sazo © Rapho, Paris

den muy bien influir en las tendencias de la arquitectura del futuro.

Un grupo de arquitectos y de industriales franceses ha descubierto un nuevo sistema de construcción, notable por su simplicidad, flexibilidad y rapidez, que se utiliza en las fachadas de las casas de varios pisos.

El inmenso tejado de una sola pieza que cubre el nuevo gimnasio de la Universidad de Princeton (Estados Unidos) tiene una capa impermeable de neopreno y caucho sintético hypalon, lo que le confiere mayor resistencia a la intemperie, así como una flexibilidad y una durabilidad superiores. Un productor de frutos francés ha podido almacenar sus productos tres meses más de lo normal y a un costo muy inferior, utilizando no los edificios tradicionales sino un almacén refrigerado construido con un tejido de caucho sintético, lo que le hace asemejarse mucho a las estructuras de la Feria de Osaka.

Nuevos materiales para nuevos usos continuarán desempeñando un papel importante, a veces invisible, en los edificios para viviendas y oficinas. Motores de pequeño tamaño listos para funcionar, cuya existencia en el futuro depende en gran medida de las investigaciones sobre materiales de la industria química, permitirán reducir el ruido y la contaminación del aire.

Aparatos capaces de transformar directamente la energía y baterías más eficaces podrán recargarse durante las horas de no utilización, lo que entrañará un beneficio para la economía y una reducción del coste de la energía eléctrica.

La energía en pilas se utiliza ya corrientemente para las lámparas de bolsillo, los instrumentos de audición, las radios portátiles, las máquinas de afeitar eléctricas, etc. Para 1985, pequeñas baterías colocadas en los bolsillos de trajes hechos con nuevos tejidos sintéticos permitirán mantener

la temperatura del cuerpo perfectamente normalizada sin necesidad de llevar pesados abrigos. Otras baterías de mayor tamaño servirán como fuente de energía para automóviles y para un número cada vez mayor de vehículos de transporte terrestre.

En la medida en que aumente el tiempo libre y se reduzcan las horas dedicadas al trabajo y a las tareas domésticas, será mayor la demanda de artículos de divulgación cultural y de información, tales como las cintas magnéticas video y sonoras, las reproducciones de obras de arte y de publicaciones, etc.; y en esta esfera las materias plásticas y otros materiales nuevos desempeñarán un papel cada vez más importante. Es muy probable, por ejemplo, que una nueva generación de receptores de televisión sea el primer invento electrónico del futuro y ello gracias al desarrollo de cristales ferroeléctricos y de capas electrónicas luminiscentes.

SIGUE A LA VUELTA



## La lucha contra la contaminación

Asimismo, los teléfonos corrientes que se basan en el principio de las ondas sonoras serán sustituidos por un sistema en el que la luz generada por laser transmitirá un volumen de información muchas veces superior al de los circuitos telefónicos actuales.

★

No se sabe exactamente cuándo descubrieron los hombres que la contaminación constituía un serio problema. Los escritores antiguos no se dignaban considerar este tema, ni siquiera se planteaban la cuestión.

La historia nos dice, sin embargo, que los antiguos romanos se quejaban de que un hollín negro en el aire ensuciaba sus togas. Y en la vieja y alegre Inglaterra existió una ley que prohibía quemar carbón de mala calidad. Violar esta ley entrañaba la pena de muerte, y sabido es que el rey Eduardo I (1272-1307) obligó a que se aplicara tan grave pena.

Pero la contaminación en aquellos tiempos era de un orden de magnitud distinto a la contaminación de hoy. Apenas existían desperdicios y no se tiraba nada. No había entonces países que poseyeran 85 millones de automóviles, responsables del 40 por ciento de los 200 millones de toneladas de residuos vertidos anualmente en el aire, como ocurre hoy día en los Estados Unidos. Gracias a la tecnología moderna hemos alcanzado un nivel de vida con el que ni siquiera se soñaba hace un siglo. Pero en ese proceso hemos creado muchos problemas de contaminación. Esos problemas son distintos y de mayor envergadura y exigen cada vez mayor atención, tiempo y dinero.

La química que ha facilitado al hombre moderno instrumentos para vencer el hambre y las enfermedades, para disfrutar de mejores vestidos y mejor vivienda, es también la que ha de poner a nuestra disposición los instrumentos fundamentales para la conservación de nuestro medio. Después de siete años de investigaciones, la industria química ha perfeccionado un reactor de escape múltiple, una unidad no catalítica que reduce térmicamente las emisiones de gases del motor corriente de automóvil. Podrán así resolverse los dos principales problemas de la contaminación generada por los motores de automóvil: el de los hidrocarburos y el del monóxido de carbono.

En otra serie de procesos de filtración y recuperación se utilizan fibras y

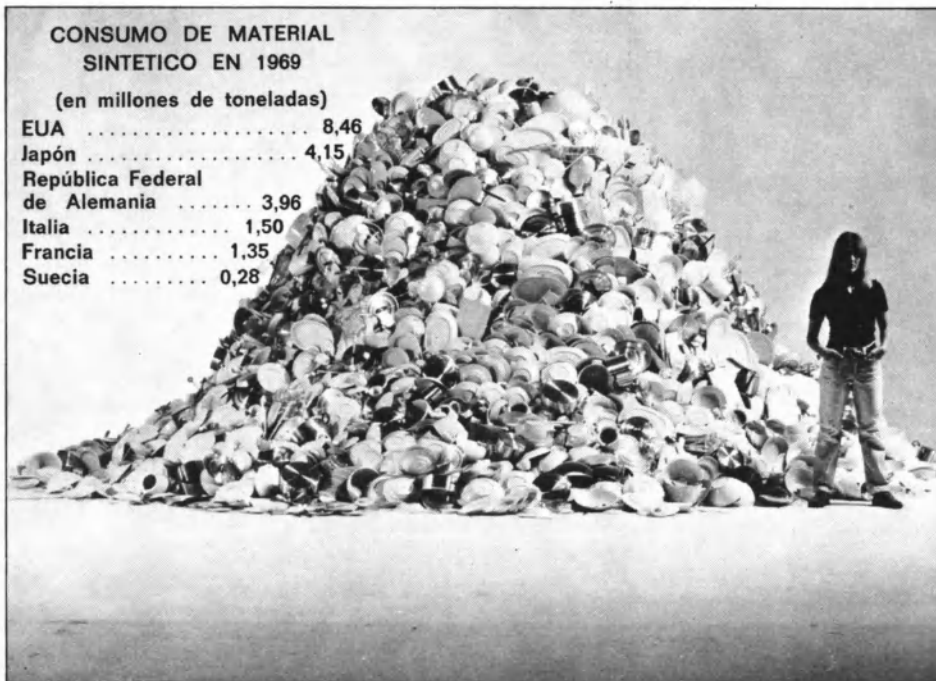


Foto © Averara

### ¿DONDE ESTA EL LAVAPLATOS?

Si le toca a usted lavar la vajilla, no olvide que lo más probable es que ésta sea de uno u otro tipo de material sintético. El mayor productor mundial de materiales plásticos, Estados Unidos (8.314.000 toneladas en 1969), tiene un consumo *per capita* (35 kilos en 1969) inferior al de la República Federal de Alemania (44 kilos) y al de Suecia (38 kilos). El uso de materiales plásticos aumenta en el Japón (32 kilos *per capita* en 1969), pero es todavía relativamente escaso en Francia (32 kilos) y en Italia (20 kilos).

plásticos y en los sistemas de purificación y catalización se emplean productos químicos e intermediarios. Aunque todavía no se ha construido un aparato capaz de filtrar, recuperar o disolver todos los materiales de contaminación que descargan las refinerías de petróleo, las factorías químicas, los altos hornos, las fábricas de papel y los incineradores de los edificios, se han logrado ya serios progresos gracias a la elaboración reciente de materiales de cerámica celular, en forma de panales, eficaces en la supresión de humos.

Los sistemas de purificación del agua han obtenido resultados todavía mejores. El sistema de oxigenación directa ha incrementado considerablemente la eficacia y disminuído el costo del tratamiento de las aguas residuales fangosas vertidas por las ciudades y las grandes industrias.

Permeabilizantes especiales de fibras de nilón y poliésteres que pueden purificar las aguas de desecho hasta el punto de hacerlas potables, pueden utilizarse también para suprimir ciertos tipos de contaminación de las industrias azucarera, del papel, farmacéutica, química y láctea. En otros usos de carácter preventivo, se emplean forros de caucho sintético para la conservación de salmuera, de aceites de hidrocarbón, combustibles y productos químicos y para evitar que rezumen y puedan contaminar las corrientes, los suelos o las aguas subterráneas.

**C**ENTENARES de laboratorios de investigación estatales o privados, empeñados en el mayor esfuerzo científico conjunto de la historia —mucho más amplio que el de los programas espaciales de los años 60— han emprendido la búsqueda de nuevos productos y nuevas técnicas que permitan hacer frente a la exigencia de lucha contra la contaminación y de mantenimiento del equilibrio constante en el ecosistema global.

Así como la astronomía es la ciencia fundamental en torno a la cual una amplia constelación de ciencias físicas y sociales se unieron a las ciencias humanas para hallar la manera que habría de permitir la conquista del espacio, la química debe ser el centro de un enfoque sistemático global que permita controlar el medio y mejorarlo. En los próximos diez años comenzarán a percibirse las consecuencias de este intenso esfuerzo de investigación. Para el año 2000, es probable que el esfuerzo combinado de la ciencia, la industria, las instituciones científicas y los gobiernos haya logrado resolver ese problema ecológico. ■

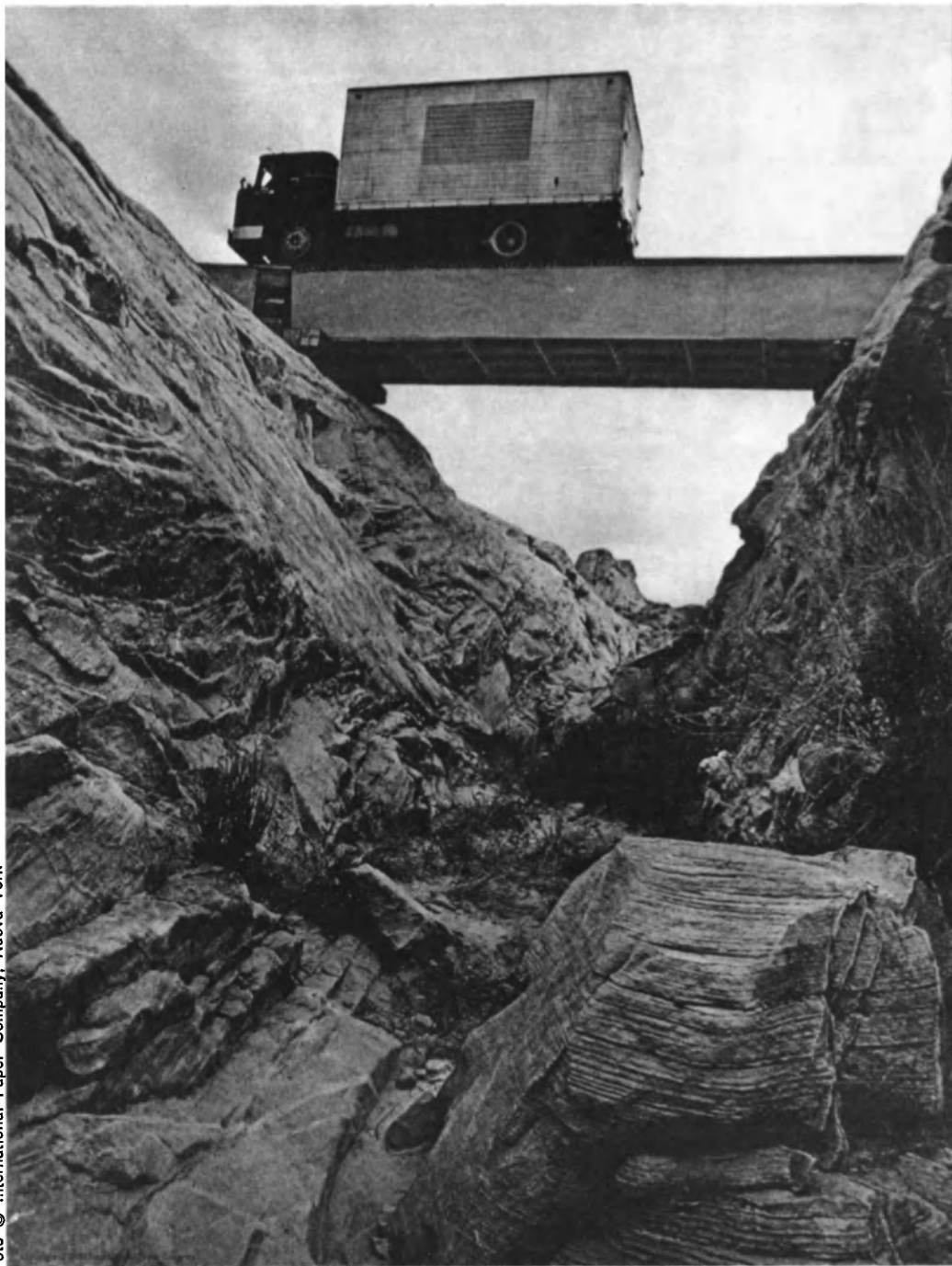


Foto © International Paper Company, Nueva York

**UN PUENTE DE PAPEL.** «Sobre el papel es posible», respondieron los ingenieros a quienes se pidió que diseñaran un nuevo tipo de puente y eso es lo que literalmente demuestra este camión de más de cinco toneladas que atraviesa un puente de diez metros de ancho. El puente es, en efecto, de papel. De un papel, evidentemente, sometido a tratamiento especial. El puente fue construido por fabricantes de papel de los Estados Unidos simplemente para demostrar la resistencia y la maleabilidad de este material. Los ingenieros han calculado que el puente puede resistir un peso de hasta 30 toneladas. Sin embargo, es tan liviano que un helicóptero puede transportarlo sin dificultades. Ciertos tipos de cola recientemente descubiertos han contribuido a hacer posible esta hazaña.

# Dimitri Mendeleev y la ley periódica de los elementos

por **Guenrij Teterin**  
y **Claire Terlon**

**A**LGUNAS de las sustancias básicas naturales, que denominamos elementos, se conocen desde la más remota antigüedad. Pero sólo en el siglo pasado llegó a saberse que existen un centenar de elementos y a comprenderse en qué se asemejan o difieren entre sí.

Anteriormente, la obra de Copérnico y de Galileo había puesto orden en el caos de la astronomía. Newton había hecho lo mismo con la mecánica y Darwin y Pavlov con la biología. Mucho después Bohr y Einstein efectuaron aportaciones fundamentales a la física del átomo. En cuanto a la química, uno de sus grandes momentos fue el año de 1869, en que el investigador ruso Dimitri Ivanovich Mendeleev formuló la ley periódica de los elementos químicos.

---

**GUENRIJ TETERIN** (Unión Soviética) es director del Laboratorio Científico de la Universidad de Odesa, en Ucrania, donde ha trabajado sobre todo en los campos de la física y de la electroquímica. También ha realizado investigaciones en el Instituto Politécnico Rensselaer de los Estados Unidos, en el marco del programa de intercambios científicos entre este país y la Unión Soviética. El Dr. Teterin trabaja actualmente en el Departamento de Enseñanza de la Ciencia de la Unesco. Ha escrito profusamente sobre cuestiones de fisicoquímica y es autor de numerosos artículos de divulgación científica.

**CLAIRE TERLON** (Francia), profesora de física y licenciada en psicología, prepara actualmente programas de televisión con destino a los profesores de física y de química de la enseñanza secundaria. Es además miembro de la junta directiva del Instituto Pedagógico Nacional y escribe una crónica periódica en la revista científica francesa *La Recherche*.

La formulación de la ley periódica supuso para la química el paso de una disciplina que aplicaba métodos casi medievales de tanteo a una ciencia moderna capaz de predecir elementos nunca vistos, oídos, tocados ni olidos por el hombre. La ordenación coherente de los elementos por Mendeleev coronó los esfuerzos realizados por los hombres de ciencia de muchos países para descubrir el sistema que rige las propiedades de estas sustancias básicas.

La idea de Mendeleev supuso virtualmente un salto cuántico con respecto a la sencilla tabla esbozada en el siglo XVIII por el químico francés Antoine Lavoisier, que incluía, junto a los elementos físicos, lo que él denominaba «fluidos imponderables» como la luz y la energía procedente del calor.

Aunque lejos aún del enfoque rigurosamente lógico de Mendeleev, el esfuerzo de Lavoisier estableció las condiciones para que otros científicos rechazaran la teoría del flogisto. Se trataba del antiguo concepto químico, aparecido en los comienzos de la civilización griega, de que el fuego en sus diversas formas era un componente físico o material de la naturaleza.

El análisis de Lavoisier fue perfeccionado hacia 1803 por el químico inglés John Dalton, cuya teoría atómica atribuía un «peso» atómico característico a cada uno de los 23 elementos admitidos por Lavoisier. Descubrimientos como éste, junto con el concepto de «peso equivalente» formulado por otro inglés, William Wollaston, abrieron el camino que permitió a los químicos posteriores percibir un orden coherente entre todos los ele-



Este sello soviético, emitido en 1934 para conmemorar el centenario del nacimiento de Mendeleev, nos presenta al gran científico sentado ante su Tabla Periódica de los Elementos.



## VIDA DE UN SABIO

**D**IMITRI I. Mendeleev nació en Tobolsk, ciudad de Siberia, en 1834. El menor de diecisiete hermanos, «Mitienka», como le llamaban sus amigos, mostró un talento precoz para la física, las matemáticas y la historia. En cambio, no le gustaba el latín.

Huérfano de padre desde la tierna infancia y a pesar de la falta de medios de la familia, el joven Dimitri completó sus estudios de matemáticas y física en el Instituto Central Pedagógico de San Petersburgo, hoy Leningrado. Aún antes de ganar la medalla de oro del Instituto, a Mendeleev le fascinaba la posible relación entre las propiedades químicas de los elementos y su estructura física.

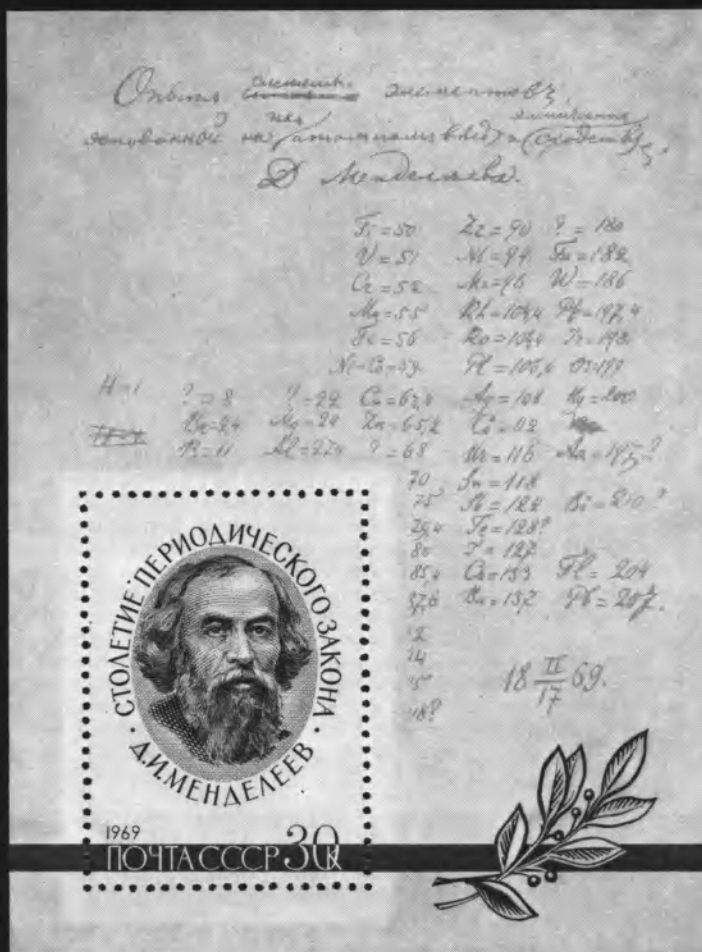
Tras vivir varios años en Odesa y San Petersburgo, Mendeleev trabajó desde 1859 a 1861 con Henri Victor Regnault en París y con Robert Bunsen en Heidelberg. Durante su estancia en Alemania, en un laboratorio improvisado en su propia casa, el joven químico elaboró el concepto de temperatura crítica (es decir, aquella por encima de la cual un gas no puede volverse líquido por mucha que sea la presión a que se le someta). En la inmediata ciudad de Karlsruhe conoció al químico italiano Stanislao Cannizzaro.

Mendeleev llamaba a Cannizzaro «mi verdadero predecesor... Inmediatamente observé que los cambios en los pesos atómicos que él proponía conferían una nueva armonía a los grupos sugeridos por Dumas», el profesor de química de la Sorbona. «La idea de una posible periodicidad de las propiedades de los elementos en relación con su peso atómico ascendente se me ocurrió en ese momento».

A los treinta y tres años Mendeleev fue nombrado profesor de química general de la Universidad de San Petersburgo, la cátedra de química más importante de Rusia en esa época.

Durante el mismo período, comenzó a preparar una de sus obras principales, Los fundamentos de la química. Mientras escribía este libro, Mendeleev se enfrentó con el problema de cómo presentar los elementos y sus relaciones.

En 1969 varios países emitieron series de sellos de correos en honor de Dimitri Mendeleev, para conmemorar el centenario de su Tabla Periódica de los Elementos. El descubrimiento por el gran químico ruso de que entre los elementos existe un orden natural ha sido uno de los más importantes y arduos triunfos en la historia de la investigación científica. El sello emitido por la URSS (abajo) reproduce en facsimil una de las primeras versiones de la Tabla Periódica escrita por Mendeleev el 17 de febrero de 1869. En la parte superior puede leerse, de puño y letra del autor, «Proyecto de una tabla de elementos de acuerdo con su peso atómico y sus propiedades químicas por D. Mendeleev». A la izquierda, otro sello de correos de la Unión Soviética con el retrato del sabio ante su mesa de trabajo cuando establecía los pesos atómicos preliminares.



Una y otra vez comparaba sus propiedades con la esperanza de encontrar una solución.

Después, explicando su descubrimiento, Mendeleev afirmó que, al comparar los elementos y sus pesos atómicos, los anotó en fichas y sacó la conclusión de que «las propiedades de los elementos dependen en forma periódica de sus pesos atómicos».

Añadió que, si bien tenía algunas dudas con respecto a muchos puntos oscuros, no las tenía en absoluto respecto del carácter general de la conclusión, puesto que no era posible admitir que las relaciones observadas fueran meras coincidencias.

Mendeleev presentó finalmente su nueva teoría en una comunicación que sometió a la Sociedad Química de Rusia en sesión celebrada el 1º de marzo de 1869. Hoy no hay laboratorio químico del mundo que no tenga en la pared la clasificación periódica de los elementos de Mendeleev.



## Del "tornillo telúrico" a la "doble hélice" de la química genética

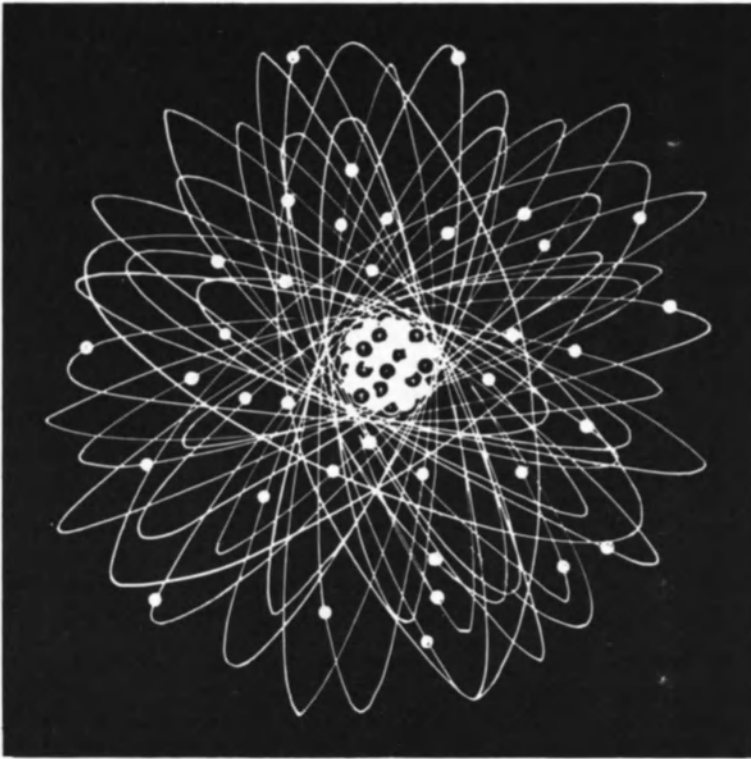


Foto CERN, Ginebra

### ARAÑA DE PLEXIGLAS

Esta «araña de plexiglas» (abajo) permite a los físicos nucleares ver las partículas atómicas como destellos de luz infinitamente breves. El aparato forma parte de un equipo de detección instalado en el receptor terminal de un inmenso acelerador de partículas instalado en el CERN (Organización Europea de Investigaciones Nucleares), cerca de Ginebra. (Véase «El Correo de la Unesco» de marzo de 1966.) La fotografía de arriba nos presenta una imagen simplificada de un átomo de uranio. Los electrones de carga negativa se mueven como en una órbita planetaria alrededor del núcleo compuesto por protones (partículas de carga positiva) y neutrones (partículas neutras). Aunque actualmente los físicos consideran que las estructuras atómicas son más complejas (parecidas a pequeñas bolas de materia imprecisa dotada de energía), la imagen del átomo como diminuto sistema solar sigue siendo válida para los profanos.

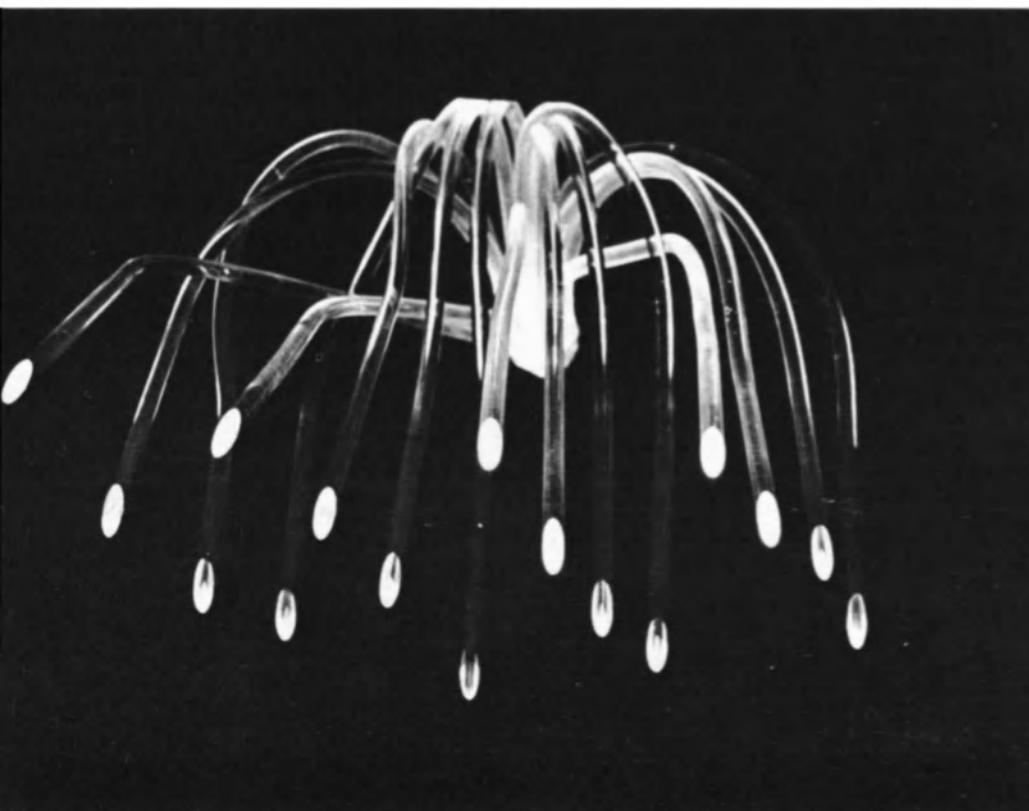


Foto © Jean Collombet, Meyrin, Suiza

mentos que se encuentran en la naturaleza. Pero, hasta Mendeleev, la noción misma de lo que constituye un elemento seguía siendo vaga y estando sujeta a interpretaciones personales.

Hacia 1850, se habían identificado otros treinta elementos, lo que elevaba el total de los conocidos a algo más de sesenta. Hombres de ciencia como Johann Döbereiner, Leopold Gmelin, E. Lennsen, Max von Pettenkofer, Jean-Baptiste Dumas, Willard Gibbs y John Gladstone, por citar sólo algunos, publicaron tablas de ordenación química.

En 1817, las «triadas» de Döbereiner constituyeron un intento de correlacionar grupos de tres elementos por la semejanza de sus pesos atómicos. En 1852, Gmelin transformó las triadas en series de cuatro y cinco elementos (tétradas y péntadas) clasificándolos según sus pesos atómicos, en orden ascendente.

**E**N TRE los investigadores que Dimitri Mendeleev menciona como los que más influyeron en su labor se cuentan los científicos franceses Dumas y Lennsen. La aportación de Dumas fue un método para calcular el peso atómico de los elementos de un grupo dado, y la de Lennsen una primera tentativa de interpolar los pesos atómicos de elementos aún no descubiertos.

Durante el decenio que sigue a 1860 aparecieron nuevas formas de clasificación de los elementos. Una de ellas fue el «tornillo telúrico» de Alexandre Beguyer de Chancourtois, ordenación en espiral alrededor de un cilindro imaginario. Sorprende al lector de hoy este curioso paralelismo con la «doble hélice» de la moderna química genética. Según otra opinión sostenida en la misma época por el inglés John Newlands, cada ocho elementos en orden ascendente de pesos atómicos se repiten ciertas características. Esta manera de ver recibió el nombre de teoría de las octavas, por analogía con la escala diatónica de las formas musicales de Occidente.

Probablemente la más sugestiva de las nuevas ideas fue la expuesta por el científico alemán Lothar Meyer. En 1864, Meyer publicó una tabla que recogía 44 de los 62 elementos conocidos ordenados según su «valencia» y no según su peso atómico.

En acepción no lejana de la actual, por valencia se entendía la capacidad de combinación de un átomo de un elemento. En el agua, o  $H_2O$ , la valencia del oxígeno es dos porque uno de sus átomos puede unirse con otros dos (en este caso dos átomos de hidrógeno). Y la valencia del hidrógeno constituía el punto de partida de la primera tabla de Meyer. Una tabla posterior propuesta por el mismo científico se basaba en los pesos atómicos.

Estos esfuerzos y los de otros tres científicos, William Odling, Gustavus Hinrichs y H. Baumhauer, constituían pasos en la verdadera dirección, aunque pocas personas cultivadas pensarían entonces que se trataba de algo más que de ejercicios mentales. Algunos químicos consideraban que la correlación de propiedades de los elementos agrupados en triadas, octavas o a lo largo de la espiral telúrica era fortuita y, por lo tanto, poco más que una analogía superficial. Incluso cuando Newlands presentó una comunicación a la prestigiosa Chemical Society británica, se le preguntó, irónicamente, si no se obtendrían los mismos resultados disponiendo los elementos en orden alfabético.

¿Qué aportó, en definitiva, la teoría de Mendeleev? En pocas palabras, éste propuso disponer los elementos en líneas y columnas (también denominados «períodos» y «grupos») dentro de un rectángulo, con sus pesos atómicos en orden ascendente de izquierda a derecha dentro de la misma línea hasta bajar a la segunda y así sucesivamente.

Las columnas se determinaron en función de los elementos que poseían propiedades análogas, por ejemplo, el mismo tipo de óxido. El número mínimo de átomos de un elemento (R) que se combinan con el número mínimo de átomos de oxígeno (O) aparecía en la primera columna y la proporción en que se combinaban aumentaba hacia la séptima columna. Como sólo se conocían entonces unos 60 elementos, bastaban ocho columnas, que siguen siendo suficientes. En efecto, la disposición de todo el sistema actualmente en uso fue establecida por Mendeleev cuando sólo se conocían poco más de la mitad de sus componentes.

Mendeleev supo desde el principio que había elaborado un procedimiento científico para situar los elementos químicos en un sistema conveniente. Aún más, se dio cuenta de que había descubierto una ley objetiva, natural. Sin embargo, del mismo modo que, según opinión popular, Newton concibió la gravitación universal al caerle en la cabeza una manzana (o que Watt percibió que una cazuela podría transformarse en la máquina de vapor), aún hay quien piensa que Mendeleev llegó a la formulación de la ley periódica... como resultado de un sueño.

Suele pasarse por alto que, aunque la verdad científica irrumpe a veces en

la mente humana como un relámpago, el mismo científico puede haber consagrado varios años de dura investigación a ese tema. Como dijo Pasteur algún tiempo, después, «el azar sólo favorece a la mente preparada». Si examinamos las actividades de Mendeleev antes de 1869, resulta claro que el descubrimiento de la tabla periódica no fue un mero accidente.

Aunque la tabla de Mendeleev fue considerada por algunos científicos como una más de una serie infinita de hipótesis dudosas, uno de sus grandes méritos fue indudablemente su audacia. Los progresos de la química durante el pasado siglo demuestran que la teoría de Mendeleev era correcta en otros dos puntos. Su autor anunció que se descubrirían nuevos elementos para llenar los vacíos del sistema por él ideado y que los pesos atómicos de algunos elementos que no se ajustaban a su tabla se habían calculado erróneamente.

En el último caso (con respecto a los pesos atómicos de los elementos cerio, indio, titanio, uranio, itrio y otros) se demostró pronto que Mendeleev tenía razón, en cuanto nuevas investigaciones permitieron rectificar los pesos incorrectos. Cuando el peso de

los elementos no parecía convenir (como el uranio con el peso atómico 116), el científico ruso formuló una conjetura sobre el valor verdadero. Por ejemplo, dobló arbitrariamente el peso del uranio elevándolo a 232; hoy sabemos que el peso real de ese elemento es 238,04.

En el caso, más importante, de las lagunas en la tabla periódica, Mendeleev pudo ver identificados y descritos tres nuevos elementos en los dieciséis años que siguieron a su histórica comunicación a la asamblea de los químicos rusos. Entre los elementos por él previstos figuran los que primero se denominaron eka-aluminio, eka-boro y eka-silicio («eka» significa «uno» en sánscrito) y que luego recibieron un nuevo nombre en honor de los países donde fueron descubiertos.

El eka-aluminio, identificado científicamente en 1875 por el francés Paul-Emile Lecoq de Boisbaudran, se denominó galio (peso atómico 69,72). El galio llenó el «hueco» de la tabla entre el aluminio y el indio.

El eka-boro, que Mendeleev había predicho tendría un peso atómico comprendido entre el del calcio y el

SIGUE EN LA PAG. 32

## Bibliografía sucinta sobre ciencia y tecnología químicas

La Unesco acaba de editar, en inglés y francés, una Bibliografía anotada de libros y publicaciones sobre ciencia y tecnología, destinada al lector no especializado. Puede obtenerse gratuitamente escribiendo a la Unesco, Departamento de Enseñanza de la Ciencia, place de Fontenoy, Paris VII<sup>e</sup>. A continuación ofrecemos una lista de obras de consulta en materia de ciencia y tecnología químicas, editadas en español y no incluidas en la citada bibliografía.

- Bioquímica, por F. Calvet, Alhambra, Madrid.
- Historia de la química, por J.R. Partington, Espasa-Calpe, Buenos Aires, Mexico.
- Química orgánica, por L. Fieser y M. Fieser, Atlante, México.
- Para comprender el átomo, por F. Khan, Destino, Barcelona.
- Radioactividad aplicada, por K.E. Zimen, Alhambra, Madrid.
- Química general, por Linus Pauling, Aguilar, Madrid.
- Geoquímica, por K. Rankama y Th. G. Sahama, Aguilar, Madrid.
- Agenda del químico, por L. Blas, Aguilar, Madrid.
- Elementos de ingeniería química, por A. Vián y J. Ocón, Aguilar, Madrid.
- Bioquímica de las fermentaciones, por Hahen, Aguilar, Madrid.
- Tecnología del nailon, por Inderfurth, Aguilar, Madrid.
- Materias explosivas, por Kast y Metz, Aguilar, Madrid.
- Los elementos químicos y sus compuestos, por Sidgwick, Aguilar, Madrid, 2 vol.
- Química, por Sienko y Plane, Aguilar, Madrid.
- Química médica, por Burger, Aguilar, Madrid, 2 vol.
- Por la alquimia a la química, por Read, Aguilar, Madrid.
- Ciencia de los coloides, por J.W. McBain, Gustavo Gili, Barcelona.
- Química física, por J. Mae, Gustavo Gili, Barcelona.
- La escuela de química, por W. Ostwald, Gustavo Gili, Barcelona.
- Plásticos, por R. Fleck, Gustavo Gili, Barcelona.
- Fundamentos de ciencia y tecnología del caucho, por I. Le Bras, Gustavo Gili, Barcelona.
- La gran industria química, por S. Recalde y R. López, Gustavo Gili, Barcelona, 8 vol.
- Enciclopedia de química industrial, por F. Ullmann, Gustavo Gili, Barcelona, 14 vol.
- Tecnología química, por K. Winnacker y E. Weingaertner, Gustavo Gili, Barcelona, 6 vol.
- Recetario industrial, por G.D. Hiscox y A.A. Hopkins, Gustavo Gili, Barcelona.
- Curso de química industrial, por F.M. Thorp, Gustavo Gili, Barcelona.

# AL ACECHO DE LOS ELEMENTOS DESCONOCIDOS

por Vitali Goldanski

**E**L descubrimiento de la ley periódica de los elementos, una de las leyes fundamentales de la naturaleza, se debe a un gran científico ruso, Dimitri Ivanovich Mendeleev. En gran parte gracias a esta ley, la química ha pasado, de ser un vasto conglomerado de hechos, a constituir una ciencia rigurosamente sistemática.

Hoy no pueden concebirse la enseñanza ni la comprensión de la química sin la ley periódica. El cambio periódico de las propiedades químicas de los elementos y su clasificación en grupos y periodos constituye la base de toda la química analítica y se aplica ampliamente en tecnología química. La ley de Mendeleev se ha convertido en el fundamento de la moderna química estructural.

La profunda influencia de las leyes descubiertas por el científico ruso en la fisicoquímica puede ilustrarse con el ejemplo de la aplicación del sistema periódico a la búsqueda de catalizadores más eficaces de los procesos químicos. Durante mucho tiempo el

campo menos afectado directamente por el descubrimiento de Mendeleev fue la química orgánica, que continuaba apoyándose en las obras clásicas del ruso Alexander Butlerov y del alemán August Kekule. Sin embargo, el papel fundamental de la ley periódica se reveló especialmente en la formación y el desarrollo de una «tercera química» en la confluencia de la química orgánica y la inorgánica: la química de los compuestos organometálicos.

La gran importancia del descubrimiento de Mendeleev no se ha limitado a la química sino que ha rebasado los límites de esta ciencia y se ha extendido a otras adyacentes, en primer lugar a la física. Puede proclamarse con toda razón que el sistema de Mendeleev, desde que recibió su interpretación física, ha constituido una enciclopedia fisicoquímica sucinta y definida, la quintaesencia de las nociones contemporáneas relativas a la estructura de la materia.

La unión de la física y de la química supone más que la simple suma de ambas ciencias. Esa unión ha dado origen, por así decirlo, a una interferencia constructiva, de la que sirve de ejemplo la confluencia de la química y de la nueva física del siglo XX a través del cauce abierto por la ley periódica de Mendeleev.

Su relación es la típica del retorno (*feedback*). Por una parte, el descubrimiento de Mendeleev y el proceso por el cual llegó a él facilitaron el conocimiento de la complejidad de los átomos, la creación y el desarrollo de la física nuclear, la clasificación de las propiedades de los núcleos y las partículas elementales y otras conquistas importantes de la física.

A su vez, el descubrimiento de la radiactividad, los éxitos de la física atómica y, luego, de la nuclear han permitido comprender el significado del número de orden de un elemento en el sistema periódico y las causas de la repetición periódica de las

propiedades químicas, para llenar los vacíos de la tabla periódica y extenderla mucho más allá del uranio.

La ley de Mendeleev, que constituye la explicación del cambio periódico de las propiedades de los elementos en función de su peso atómico, reveló las interconexiones de todos los átomos de nuestro planeta e hizo posible abordar directamente el problema de la estructura del átomo, investigación que condujo a descubrir el núcleo atómico.

El mismo Mendeleev percibió que inevitablemente se descubriría en el futuro que los átomos son estructuras complejas. Así, escribía: «Es fácil sospechar, aunque todavía imposible demostrar, que los átomos de los cuerpos simples son, en efecto, entidades complejas formadas por la reunión de ciertas partículas menores, que lo que denominamos indivisible (átomo) sólo lo es respecto de las fuerzas químicas tradicionales, del mismo modo que las partículas (esto es, las moléculas) son, en condiciones normales, indivisibles respecto de las fuerzas físicas... La dependencia periódica, por mí sugerida, entre propiedades y peso confirma evidentemente este presentimiento.»

¿Qué son las partículas constituyentes de los átomos? Numerosos científicos han trabajado durante largos años para responder a esta pregunta. A comienzos de siglo se descubrió que los átomos de todos los elementos contienen electrones, es decir, partículas electronegativas cuya masa es, aproximadamente, 1/1840 de la del átomo menos pesado, el de hidrógeno.

Durante mucho tiempo, nada preciso se supo de los portadores de electricidad atómica positiva y el primer modelo atómico, propuesto por el físico inglés Sir Joseph Thompson, suponía que el volumen total del átomo estaba ocupado uniformemente por una carga positiva.

Gran importancia histórica tuvo el descubrimiento de otro físico británico, Ernest Rutherford, quien, en 1911,

---

**VITALI GOLDANSKI** es miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de la URSS y director del Laboratorio de Química Nuclear y de Radiaciones del Instituto de Fisicoquímica de dicha Academia. Es colaborador de Nicolai Semionov, quien obtuvo en 1956 el Premio Nobel de Física, y dirige la revista *Química de las altas energías*, editada en Moscú. El Dr. Goldanski, que tiene 48 años de edad, ha escrito sobre cuestiones de física y química numerosos estudios y artículos que se han publicado en diversos países.

Los "desintegradores de átomos", o aceleradores de partículas según su nombre científico, son hoy día un instrumento indispensable para los físicos nucleares que estudian el mundo de lo infinitamente pequeño. La fotografía muestra un acelerador gigantesco construido en Serpukov (URSS).

Foto © APN, Moscú





## Curio (96), einstenio (99), fermio (100), mendelevio (101), etc.

demonstró que toda la carga positiva del átomo y casi toda su masa están concentradas en el núcleo, cuyo diámetro es, aproximadamente, 1/10.000 con respecto al del átomo entero.

Este descubrimiento y las brillantes investigaciones ulteriores de espectros de rayos-X realizadas por Henry Moseley, discípulo de Rutherford, condujeron a descubrir el significado físico del número atómico de un elemento, el cual denota la magnitud de la carga positiva del núcleo de su átomo. Así, el portador de la carga unidad es el protón, núcleo del elemento menos pesado: el hidrógeno. El número de protones de los núcleos atómicos de los demás elementos es igual al número de orden de cada elemento en el sistema de Mendelejev.

El descubrimiento del núcleo atómico fue seguido por el establecimiento del modelo planetario del átomo, en el que el núcleo está situado en el centro, como el sol, y en torno a él giran los electrones como los planetas en sus órbitas; en un átomo neutro el número de electrones es igual al de protones del núcleo.

**L**A famosa teoría de Niels Bohr relacionó el modelo planetario del átomo con la teoría cuántica descubierta a comienzos de siglo. Interpretando de este modo el sistema periódico, Bohr llegó a la conclusión de que, en particular, el sexto periodo debería comprender 32 elementos y de que el elemento desconocido 72 habría de tener propiedades análogas a las del circonio. Las investigaciones efectuadas, a sugerencia de Bohr, con minerales de circonio condujeron al descubrimiento del hafnio. La aplicación de la teoría de Bohr al sistema periódico de Mendelejev sirvió asimismo de base para el ulterior descubrimiento del elemento 75, el renio.

Los ejemplos, así multiplicados, de posibilidades de predicción que ofrece la ley periódica permitieron a los científicos describir las propiedades de elementos desconocidos y sugerir el modo de descubrirlos.

Otra consecuencia, sumamente importante, de la unión del sistema periódico con la teoría cuántica es el «principio de exclusión» enunciado por Wolfgang Pauli en 1925. Después de analizar la ley periódica desde el punto de vista de la mecánica cuántica, Pauli llegó a la conclusión de

que un átomo no puede contener dos o más electrones en el mismo estado de energía.

Ulteriormente, este principio proporcionó la base para la teoría de la estructura atómica y nuclear, para predecir la existencia de antipartículas, para formular la teoría de los metales semiconductores, la teoría de la superconductividad y la superfluidez y la teoría de los núcleos atómicos, para explicar la débil interacción universal de las partículas elementales y para predecir la existencia de antipartículas.

El sistema periódico de Mendelejev ha desempeñado un papel capital en el aislamiento y la identificación de los elementos transuránicos (es decir, aquellos que poseen un número atómico superior al del uranio). La máxima aportación a la producción y al estudio de estos elementos es la de un grupo de científicos norteamericanos del Lawrence Radiation Laboratory de Berkeley, California, dirigido por Glenn T. Seaborg. Ellos fueron, por ejemplo, los primeros en producir el elemento 94, el plutonio, mejor estudiado hoy que muchos de los «viejos» elementos.

La labor de los científicos de California ha immortalizado en el sistema periódico los grandes nombres de Marie y Pierre Curie (elemento 96, curio), Albert Einstein (elemento 99, einstenio), Enrico Fermi (elemento 100, fermio). Al primer elemento del segundo centenar, el elemento 101, le llamaron mendelevio, en señal de gratitud hacia el gran químico ruso cuyo sistema periódico había servido durante los últimos cien años de clave para el descubrimiento de muchos elementos nuevos.

Los científicos de la Unión Soviética y de otros países socialistas han llevado a cabo bajo la dirección del académico G.N. Flerov, en el Laboratorio de Reacciones Nucleares del Instituto Mixto de Investigaciones Nucleares de Dubna, numerosos trabajos sobre la síntesis y el estudio de las propiedades de los elementos transuránicos, incluida la familia de los actínidos. En particular, se han producido muchos isótopos de los últimos actínidos y se han sintetizado los primeros elementos transactínidos. El elemento 104, que inicia la serie transactínida, ha recibido el nombre de kurchatovio en honor del fundador de la ciencia y la tecnología nucleares soviéticas, el académico Igor Kurchatov.

Durante mucho tiempo se ha considerado que el problema de las pro-

iedades químicas de los elementos situados al final del séptimo periodo (hasta el 118) y muy alejados del uranio, sólo tenía interés académico, dado que la velocidad de desintegración de sus isótopos debe ser muy grande.

De todos modos, posteriormente se han abierto a este respecto perspectivas sumamente prometedoras, que permiten considerar la posibilidad de sintetizar elementos muy pesados. Esas perspectivas se basan en el modelo de las capas nucleares, que valió a sus autores Marie Goeppert-Meyer y J. Jensen el Premio Nobel de Física en 1960. Esta teoría extiende al núcleo el método aplicado por Mendelejev para estudiar la periodicidad de las propiedades del átomo. La teoría de las capas nucleares predice mayor estabilidad para los núcleos que contienen unos 114 o 126 protones y 184 neutrones.

Los científicos de Dubna realizan actualmente investigaciones con el elemento 114 que, conforme a la ley periódica, debe ser el «eka-plomo». Por lo que respecta al elemento 126, pertenecerá lógicamente al octavo periodo del sistema.

Sin embargo, basándonos en la regla del orden en que se llenan las capas de electrones en los átomos, formulada por el científico soviético V. M. Klechkovski, consideramos que el octavo periodo debe contener 50 elementos y no 32 (del 119 al 168). Evidentemente, esto no significa que todos los elementos puedan sintetizarse ni menos aún estudiarse químicamente.

Así, pues, en el octavo periodo aparecería por primera vez un nuevo grupo de 18 elementos (del 121 al 138) que, en razón de su número, podrían denominarse octodecánidos. El elemento más análogo sería el actinio.

Es interesante observar que en materia de física de las partículas elementales se ha demostrado la existencia de nuevas relaciones con la ley periódica.

**E**N tanto que los elementos que acabamos de mencionar son casi 300 veces más pesados que el hidrógeno, se conocen ya ejemplos de «átomos nuevos» mucho más ligeros que el hidrógeno. En varios de estos «átomos nuevos» las partículas componentes de los átomos corrientes —protones y electrones— son sustituidas por otras partículas elementales con carga similar; y hoy el número de

Después de que Carl Anderson descubriera en 1932 el electrón de carga positiva, al que se dio el nombre de positrón, los científicos se han preguntado si, de conformidad con el principio de simetría que rige en la física nuclear, cada partícula no tiene su antipartícula correspondiente. Por causas que aun no conocemos bien, cuando un positrón encuentra un electrón, ambas partículas se destruyen liberando energía. Los científicos suponen que, si existe la antimateria, formada por antipartículas, al encontrarse ésta con un trozo cualquiera de materia ordinaria debe producirse un catastrófico aniquilamiento recíproco. Es interesante notar que el Premio Nobel de Física de 1957 fue otorgado, por las investigaciones realizadas en esta materia, a Tsung Dao-li y a Chen Ning-yang, científicos de China, donde la teoría de la complementariedad entre el *yin* y el *yang* existe desde hace miles de años. A la derecha, una muestra de pintura simétrica del artista holandés M. C. Escher, que curiosamente parece simbolizar las hipótesis de los físicos.

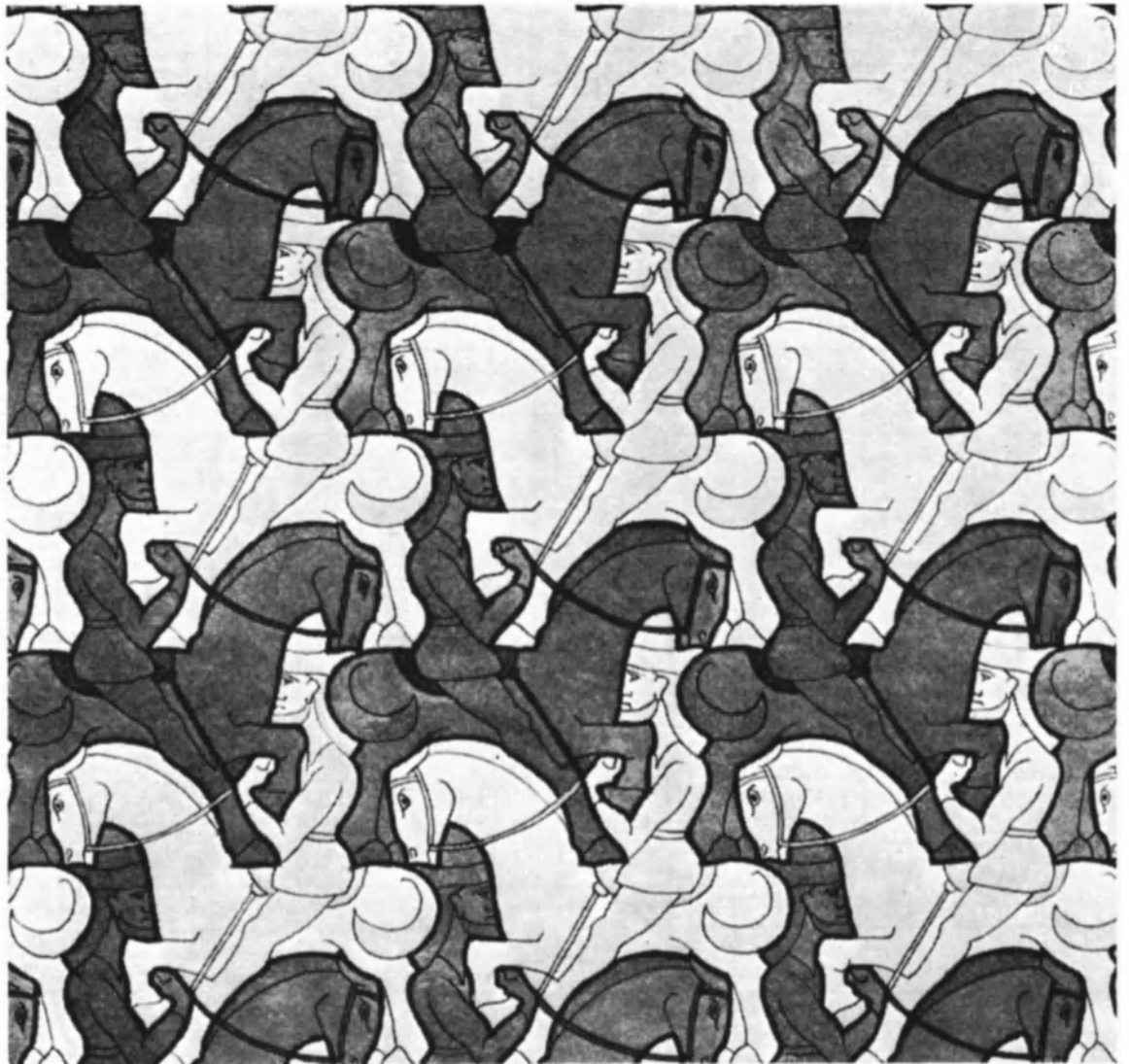


Foto © Fundación Escher, Museo Municipal de La Haya

partículas elementales conocidas es de bastantes decenas. Varias combinaciones de ellas pueden, en principio, producir cientos de átomos nuevos.

Evidentemente, esto no significa que el sistema periódico requiera ser ampliado o modificado, pues la sustitución del electrón por otras partículas negativas no modifica la carga del núcleo que determina el lugar del elemento en la tabla periódica, y la sustitución del protón por otras partículas positivas produce átomos que, en sentido químico, pueden considerarse como isótopos del hidrógeno.

Una breve descripción de la química de los átomos nuevos puede iniciarse con ciertos ocupantes de la primera cuadrícula de la tabla periódica tan particulares como el positronio y el muonio. En 1951, el descubrimiento del positronio por Martin Deutsch en Estados Unidos señaló el comienzo de la historia de los átomos nuevos. La diferencia entre el positronio y un átomo ordinario de hidrógeno radica en que el protón es sustituido por un positrón, la antipartícula del

electrón. El muonio es un átomo de hidrógeno en el que en lugar del protón existe un mu-mesón con carga positiva.

En el laboratorio de Química Nuclear y de Radiaciones del Instituto de Fisiocoquímica de la Academia de Ciencias de la URSS se han estudiado prácticamente todas las clases de reacciones químicas del positronio.

Una comparación de la naturaleza general de varias reacciones de átomos de positronio e hidrógeno nos lleva a la conclusión de que, junto a propiedades químicas comunes, su comportamiento presenta ciertas disparidades debidas a la diferencia de masa, de peso atómico, de acuerdo con la manera inicial de enfocar Mendeleev la periodicidad de las propiedades químicas. En ello radica el interés específico de las investigaciones sobre la fisiocoquímica del positrón y del positronio.

En Dubna se han descubierto recientemente nuevas y sorprendentes relaciones de la física nuclear con el sistema periódico al estudiar la cap-

tura de mu-mesones por los átomos de varias sustancias.

Por último, señalaremos que el método de Mendeleev consistente en sistematizar datos conocidos y aplicarlos para establecer la existencia de entidades nuevas hasta entonces desconocidas y predecir sus propiedades ha encontrado recientemente una nueva expresión en el sistema de partículas elementales propuesto por el físico norteamericano Murray Gell-Mann, Premio Nobel de 1969. Este sistema ha recibido una brillante confirmación experimental con el descubrimiento de nuevas partículas cuyas propiedades concuerdan totalmente con las previstas.

Creo que lo dicho basta para mostrar el papel fundamental que la ley periódica desempeña incluso en campos científicos totalmente nuevos aparecidos decenios después de su enunciación. No cabe duda de que muchas nuevas y bellas páginas de la ciencia futura estarán estrechamente vinculadas a la gran creación de Dimitri Ivanovich Mendeleev. ■

# DIMITRI MENDELEYEV Y LA LEY PERIODICA DE LOS ELEMENTOS

*Viene de la pág. 27*

del titanio (40 y 48), fue descubierto en 1879, recibiendo el nombre de escandio en honor de Suecia, patria de su descubridor Lars Frederick Nilson. El peso atómico definitivo de este elemento (44,956) no se determinó hasta 1955.

El tercer elemento, el llamado eka-silicio, recibió el nombre de germanio cuando se descubrió en 1886. Con un peso atómico de 72,59 y propiedades análogas a las predichas por Mendeleev, el germanio fue identificado por Clemens Alexander Winkler, profesor de química en la Escuela de Minas de Friburgo, Alemania.

Además de ser un excelente teórico, Mendeleev demostró ser un hombre práctico. Antes de morir en 1907, emprendió investigaciones químicas en los campos petrolíferos de Bakú, Rusia, y de Pensilvania, EUA, así como en los manantiales caucásicos de nafta, una mezcla de hidrocarburos análoga a la parafina. (Los hidrocarburos son componentes químicos formados únicamente de carbón e hidrógeno.) Mucho después de que Mendeleev muriera de pulmonía en 1907, se identificaron otros dos elementos químicos cuya existencia él predijo.

En 1925, los esposos alemanes Walter e Ida Noddack aislaron el renio, al que Mendeleev había denominado bimanganeso. El renio, metal duro y gris a menudo usado en pares termo-eléctricos, tiene un peso atómico de 186,20.

**M**AS tarde, a los setenta años del descubrimiento de Mendeleev, la investigadora francesa profesora Marguerite Perey identificó el eka-cesio (llamado desde entonces francio) en el Instituto del Radio de París. El número atómico del francio es 87.

El descubrimiento de la ley periódica trajo consigo uno de los descubrimientos científicos más sensacionales de fines del siglo XIX: el del gas «inerte» argón. Su hallazgo se debió tanto a Sir William Ramsay como a Lord Rayleigh. El primero sugirió a Rayleigh en 1894, después de una cuidadosa experimentación, que «...había sitio para elementos gaseosos al final de la primera columna de la tabla periódica». Los dos químicos anunciaron posteriormente el nuevo gas en una reunión celebrada en Oxford. Hoy día sabemos que el argón y demás gases similares no son inertes

sino que pueden combinarse con otros elementos.

Si Mendeleev no previó la existencia de los gases inertes, fue simplemente por su «cualidad» predominante de inactividad. Dos años después (1896), Ramsay en Inglaterra y el químico sueco Per Theodor Cleve, trabajando independientemente, descubrieron el helio. Durante varios años se había observado la actividad del helio (del nombre griego del sol) mediante el espectroscopio, como uno de los componentes de la atmósfera solar.

Basándose en el razonamiento de Mendeleev, Ramsay estaba convencido de la existencia de otros gases similares. En 1898, él y Morris Travers identificaron otros tres gases «inertes» —neón, xenón y criptón—. Esta familia de elementos constituyó la columna «0» de la tabla periódica.

En el mismo año de 1898, Pierre Curie y su esposa polaca Maria Sklodowska descubrieron el fenómeno de la radiactividad, que socavaba una de las bases mismas de la ley de Mendeleev: la invariabilidad del átomo. A pesar de ello, Mendeleev no vio ninguna contradicción entre su ley y la existencia de elementos radiactivos cuando visitó el laboratorio parisense de los Curie en 1902.

Sin embargo, diez años después y cuando ya había muerto Mendeleev, el número de elementos radiactivos ascendía ya a 37 y los científicos comenzaban a dudar de la adaptabilidad del sistema periódico, preguntándose si la ordenación de Mendeleev podía ser válida al no haber, como parecía, espacio en la tabla para los elementos recién descubiertos.

En 1913, en vísperas del estallido de la primera guerra mundial, se impuso claramente la necesidad de introducir otra modificación en la relación entre la estructura de un elemento y su posición en el sistema periódico. Henry Moseley, físico inglés de 25 años, que había analizado el espectro radiográfico de 51 elementos, observó que existía una relación entre el número atómico de un elemento y la frecuencia de los rayos X que emite al ser bombardeado con rayos catódicos. (El número atómico de un elemento indica el número de electrones que giran alrededor del núcleo de uno de sus átomos.)

Como consecuencia de la obra de este joven y brillante científico (que murió en acto de servicio en los Dardanelos en 1915), otros siete vacíos de la tabla periódica iban a recibir nuevos ocupantes. Aparte del renio y

del francio ya citados, estos nuevos elementos eran el tecnecio, el promecio, el hafnio, el astato y el protactinio. El descubrimiento de estos nuevos elementos, encontrados gracias a una técnica que no pudo conocer Mendeleev, en modo alguno trastornó la disposición original de los elementos en su tabla.

Poco después del descubrimiento de Moseley, otro inglés, Frederick Soddy, introdujo la noción de «isótopo» (del griego «igual lugar»). Todos los isótopos de un elemento poseen las mismas propiedades químicas. Las propiedades físicas son también idénticas, con la excepción del peso o «masa» del átomo. La mayor parte de la masa está situada en el núcleo del átomo, que consta del protón provisto de una carga eléctrica positiva y del neutrón eléctricamente neutro. (La «nube» de electrones planetarios con carga positiva consta de partículas, cada una de las cuales tiene una masa de 1/1836 aproximadamente con respecto a la del protón.)

El mismo año 1913, al propio tiempo, que el químico polaco Kasimir Fajans, Soddy demostró que, cuando un elemento se desintegra por radiactividad, la nueva posición que ocupa en la tabla periódica depende del tipo de radiación que emite. La desintegración alfa (por pérdida de partículas alfa) desplaza al elemento dos lugares hacia la izquierda de la tabla, mientras que la desintegración beta, o emisión de electrones, desplaza al elemento un lugar hacia la derecha.

**E**S cierto que había algunas anomalías en el método de ordenar los elementos propuesto inicialmente por Mendeleev. En un corto número de casos hubo que colocar elementos que eran ligeramente más pesados que otros, delante de éstos. El telurio (127,6) fue ubicado antes que el yodo (126,9), el cobalto (58,9) antes que el níquel (58,7) y el torio (232,0) antes que el protactinio (231,0).

Una vez adoptado como patrón el número atómico, se observó que si los elementos se clasificaban por sus cargas eléctricas nucleares, sus posiciones en la tabla periódica coincidían con las predichas por Mendeleev. Así se construye el sistema periódico que, colgado en la pared del laboratorio, tan bien conocen hoy día los estudiantes de química. ■

# Los lectores nos escriben

## EL AGUILA Y EL ESPACIO



El interesante artículo de José Patrocinio de Souza titulado «El águila, nave espacial de la era precientífica» («El Correo de la Unesco», junio de 1970) me sugiere dos observaciones.

En 1799 se descubrió en Sinnicolau Mare, en la región occidental de Rumania, un tesoro compuesto por 23 vasos de oro, que actualmente se encuentran en el Museo de Historia del Arte de Viena y que datan del siglo IX al XI, aproximadamente. Mucho se ha discutido sobre el origen de esos objetos, y aun no se sabe exactamente si eran búlgaros, húngaros o incluso «petchenegos» (población de origen mongol que en el siglo IX se estableció en la costa septentrional del Mar Negro).

Los vasos presentan características auténticas del arte persa sasánida e incluso influencias bizantinas. En uno de ellos (dibujo de la izquierda) puede verse una mujer desnuda y con un collar, presa entre las garras de un águila que la lleva al cielo; en sus manos sostiene dos plantas estilizadas. Se trata quizá de la diosa Venus o de Anahit, diosa sasánida (persa) de la fecundidad. En otro vaso (dibujo de la derecha) un hombre —representado dos veces— es transportado también por un águila con las alas desplegadas; lleva igualmente un collar, y sostiene en la mano derecha un recipiente que tiende hacia el pico del águila y, en su mano izquierda, una planta estilizada. Se trata probablemente de Ganimedes, escanciador del dios Zeus.

Por otra parte, en el folklore rumano existe el mito del águila que lleva al cielo a un héroe o a otros personajes. Es el caso, por ejemplo, de la historia de la hija del rey raptada por un águila que la lleva hasta sus dominios en la cumbre de un árbol tan alto que llega hasta el cielo. En otro cuento de la región de Valaquia, un águila rapta a una niña nacida del muslo de un anciano, el cual había comido una manzana que le dio «Sfinta Vineri» (o «Viernes Santo», personaje típico de muchos cuentos rumanos; señalemos que «Vineri» o «Viernes» viene del latín «Veneris dies», o día de Venus). En otras leyendas, el héroe, que se había aventurado en «el otro mundo de los dragones», es salvado por un águila que lo vuelve a traer a la tierra.

Mihai Barbulescu  
Instituto de Historia y de Arqueología  
de la Academia  
Cluj, Rumania

## JOSE RIZAL, HEROE NACIONAL DE FILIPINAS

Mi esposa y yo hemos leído con gran interés «El Correo de la Unesco» durante varios años, pero por lo que

puedo recordar me parece que no han publicado nunca un artículo sobre José Rizal, el héroe nacional de Filipinas, hombre de gran talento, de amplios ideales y de notable valentía personal.

Doctor en medicina y en filosofía, lingüista especialmente dotado, Rizal conocía 22 idiomas. Sus obras más difundidas son *Noli Me Tangere* y *El filibusterismo*, que tratan de la vida en las Filipinas durante la administración española. Sus escritos le acarrearón la muerte que acaeció en Luneta el 30 de diciembre de 1896. Esta fecha se conmemora actualmente como el Día Nacional de Filipinas. José Rizal fue además escultor y poeta y se lo recuerda por su conmovedor poema «Mi último adiós» escrito pocas horas antes de morir.

Considero que un artículo sobre este personaje, conocido como El Gran Malayo y El Orgullo de la Raza Malaya, no dejaría de tener interés.

Harold Down  
Dandenong, South Victoria  
Australia

## AGRESIVIDAD Y SOCIEDAD

Soy un lector asiduo de «El Correo» y quisiera permitirme hacer una observación sobre el número de agosto-septiembre del año pasado, en el que se recogían las opiniones de varios científicos sobre la agresividad en el hombre. Al parecer, había dos tendencias: la que consideraba ese fenómeno como un hecho biológico y la que lo entendía como un factor social.

Si el hombre es un ser social por excelencia, su comportamiento estará regido por la sociedad en que vive. Creo, por ejemplo, que un país que mantenga guerras contra sus vecinos, en el que la violencia se exprese constantemente a través de sus medios de difusión cultural y en el que existan discriminaciones raciales, no puede crear sino hombres cosificados. Me pregunto qué porvenir les espera a los que viven en medio de la violencia, el ruido ensordecedor de las máquinas y la desnaturalización del ambiente.

Luis Yere Pérez  
Estudiante de Letras  
Sancti-Spiritus, Cuba

## NOS FALTA AMOR HACIA LOS NIÑOS

La revista que ustedes publican es excelente, pero falta en ella un tema muy importante: el amor a los niños.

No ignoran ustedes que la humanidad o, por lo menos, la absoluta mayoría de ella necesita aprender el verdadero modo de amar a las tiernas criaturas.

Probablemente consideran ustedes que se trata de un sentimiento o una reacción natural en el hombre. Pero a mi juicio no es así. Amarse a sí mismo en los hijos o ver en ellos los propios intereses, maravillarse ante ellos, no entraña un verdadero amor a los niños.

Creo que si los hombres del mundo

entero aprendieran a querer a los pequeños, nos acercarianos más a una paz efectiva y duradera.

Ludmila Skipenko  
Maikop, URSS

## LOS NOMADAS OLVIDADOS

El Schools Council de Londres me ha encomendado la realización de un programa sobre la educación de los niños gitanos y de los que viajan de un sitio a otro. El estudio contempla la situación de los niños que pertenecen a los grupos nómadas, errantes o migratorios, y su propósito principal es el de difundir los conocimientos y experiencias relativos a las características de esos niños y a los métodos de enseñanza y planes de estudio más apropiados para ellos.

Como se trata de un problema realmente internacional, me permito hacer un llamamiento, por intermedio de «El Correo de la Unesco», a los maestros y autoridades de educación que en otros lugares se ocupan también de esa categoría de niños para que se pongan en contacto conmigo a fin de iniciar un diálogo internacional, el cual sin duda alguna será de beneficio mutuo y puede contribuir a elevar el nivel de la educación del grupo infantil más abandonado.

Christofer Reiss  
West Midlands College of Education  
Gorway, Walsall, Staffs, Reino Unido

## HAY CULTURA Y CULTURA

Al leer, como de costumbre, «El Correo», me ha asombrado ver en el número de enero de 1971 que todos cuantos opinan sobre la cultura no tienen en cuenta sino lo que es exterior con respecto al hombre: hablan de la cultura científica, literaria, histórica, política, etc., culturas que pueden satisfacer las necesidades y los deseos físicos, intelectuales y sociales, de utilidad y de comodidad.

Esta cultura que se desarrolla de modo creciente no impide que los hombres se odien y se torturen de manera tanto más feroz y refinada cuanto más esta supuesta cultura les suministra los medios para hacerlo. Se trata, por tanto, de una concepción sumamente parcial de la cultura.

Pero existe otra que parece olvidada: es la cultura de la personalidad íntima, la cultura del ser, que consiste en desarrollar los sentimientos de solidaridad, de altruismo y de amor a los demás considerados como hermanos; en saber comprenderlos y respetarlos, aun cuando no piensen como nosotros; en extirpar del corazón las raíces venenosas de la agresividad; en saber perdonar, y en hacer el bien a los que sufren, ayudándoles a soportar sus miserias y haciendo don gratuito de uno mismo incluso hasta la muerte.

En mi humilde opinión, es esta cultura la que, conjugada con la otra, será capaz de hacer más felices a los hombres y de imponer la paz.

C.-J. Grandin  
Angers, Francia



## LIBROS RECIBIDOS

### ■ Arte precolombino de México y de la América Central

por Salvador Toscano

Instituto de Investigaciones Estéticas

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

México, 1970

(Véase nota en esta misma página)

### ■ Administración pública y desarrollo

por Enrique Velasco Ibarra y otros

UNAM, México, 1970

### ■ Universidad, política y administración

por Enrique González Pedrero

UNAM, México, 1970

### ■ Sociología del desarrollo latinoamericano

por Pablo González Casanova y otros

UNAM, México, 1970

### ■ Introducción a la lógica deductiva y teoría de los conjuntos

por Javier Salazar Resines

UNAM, México, 1970

### ■ Polémicas y ensayos mexicanos en torno a la historia

por Juan A. Ortega y Medina

UNAM, México, 1970

### ■ Poesía insurgente

Introducción, antología y notas de Ramón Martínez Ocaranza

UNAM, México, 1970

### ■ El diablo en el cuerpo

por Raymond Radiguet

Alianza Editorial, Madrid, 1971

### ■ Maestro-don Gesualdo

por Giovanni Verga

Alianza Editorial, Madrid, 1971



## PUBLICACIONES DE LA UNESCO

### ■ Planeamiento de servicios bibliotecarios y de documentación

por Carlos Victor Penna

Segunda edición revisada y aumentada por P.H. Sewell y Herman Liebaers

Oficina de Educación Iberoamericana, Madrid

Unesco, París, 1970

## Una antiquísima pieza de cerámica en la Unesco



La decoración artística de los edificios de la Unesco en París acaba de enriquecerse con la más antigua de sus piezas. Se trata de un vaso de cerámica pintada de la época neolítica (su edad se calcula en unos 5.000 años) que hace poco ofreció a la Unesco el gobierno de la República Socialista de Rumania y que el Delegado Permanente de este país en la Organización, Excmo. Sr. Valentin Lipatti, entregó en septiembre de 1970 al Director General, Sr. René Maheu. El vaso es típico de la llamada civilización de Cucuteni, cuya aparición puede situarse hacia fines del cuarto milenio antes de nuestra era y que se caracterizó por un amplio conglomerado cultural que iba desde la Transilvania sudoriental hasta la llanura del Dnieper. Fue desenterrado al hacerse excavaciones en la región de Jassy.

## «Arte precolombino de México y de la América central»

Este libro del investigador mexicano Salvador Toscano (1912-1949) es ya un clásico de la historiografía sobre el tema. La obra ha tenido, dado su éxito, varias ediciones. La última, que acabamos de recibir, es una edición puesta al día y anotada por Beatriz de la Fuente y prologada por el doctor Miguel León-Portillo. El libro de Toscano es, como dice su prologuista, «el tratado integral de un conocedor a fondo de la arqueología mesoamericana». «La estructura y el rico contenido de su libro son la mejor prueba de ello.» El volumen contiene numerosas y excelentes ilustraciones en negro y blanco y en color. (Véase Libros recibidos.)

## Contra las grabaciones «piratas»

Se ha emprendido una acción internacional a fin de poner coto a las actividades de los «piratas» que defraudan a la industria fonográfica en varios millones de dólares por año. Las industrias «piratas», que producen discos y cintas para «cassettes» sin pagar derechos a las empresas, artistas y productores de la grabación original, están tan bien establecidas en algunos países que poco falta para que provoquen la quiebra de las empresas fonográficas legítimamente constituidas. Recientemente se reunieron en la Casa de la Unesco, en París, los especialistas de 41 países. En la reunión se preparó un proyecto de convenio para la protección de las empresas fonográficas contra tales prácticas ilegales. El texto definitivo del Convenio será aprobado por una conferencia intergubernamental que debe celebrarse a fines del año en curso.

## Un ciclista polaco obtiene el trofeo internacional del Fair Play

El Trofeo Internacional del Fair Play Pierre de Coubertin de 1970 ha sido otorgado al ciclista polaco Ryszard Szurkowski. Cuando Zygmunt Hanusik, que era su rival más calificado en el Campeonato Nacional de Ciclismo de Polonia del pasado año, tuvo un contratiempo de carácter mecánico, Szurkowski le cedió su bicicleta de repuesto, gracias a lo cual Hanusik pudo ganar la prueba. La ceremonia de entrega del trofeo se celebró en la Casa de la Unesco, en París. En el mismo acto se entregó un diploma de honor al jugador tuncino de baloncesto Mohamed Senoussi por su actuación como árbitro y por el espíritu deportivo de que ha dado pruebas durante toda su carrera.

## Pasteles de algas mexicanas

Una harina preparada a base de algas extraídas de estanques es el principal ingrediente utilizado en unos pastelillos mexicanos que han sido calificados de «excelentes» por los miembros del Grupo Consultivo en materia de Proteínas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Si el público llega a aceptarlas y se consigue producirlas en gran cantidad, las proteínas de las algas pueden contribuir en gran medida a poner remedio a la escasez de proteínas que se observa en el mundo entero.

## La carga de los gastos militares

El Secretario General de las Naciones Unidas, U Thant, ha designado un grupo de catorce consultores para que informen a fines de año sobre las consecuencias económicas y sociales de los gastos militares realizados en el mundo entero. U Thant ha pedido a esos especialistas que propongan medidas eficaces para reducir y, finalmente, eliminar los peligros que entraña la carrera de armamentos y la carga económica que supone. Las economías que de ese modo se harían, ha dicho U Thant, podrían destinarse a financiar los programas urgentes de fomento económico y social durante el Segundo Decenio para el Desarrollo.

## En comprimidos...

■ La República de Yemen ha creado un impuesto especial sobre los sellos de correos y billetes de cine para poder costear una campaña nacional contra el analfabetismo.

■ Según un informe de la Oficina Internacional del Trabajo, cada año mueren 100.000 personas en accidentes laborales.

■ El Rin, uno de los ríos más contaminados del mundo, vierte cada año en el Mar del Norte sesenta millones de toneladas de productos sólidos disueltos, o sea aproximadamente una tonelada por cada persona que habita en la cuenca de ese río.

■ La matrícula en los establecimientos de enseñanza secundaria de Asia se ha duplicado desde 1960, pasando de 17 millones a cerca de 36.



160 páginas

Precio : 8 francos franceses

## Una obra importante sobre la situación de la mujer

Este volumen, escrito por Jacqueline Chabaud y dirigido a un público lo más amplio posible, presenta en sus diversos aspectos la cuestión del mejoramiento de la situación de la mujer mediante su acceso a la educación, tema del que la Unesco viene ocupándose diligentemente desde hace años.

*Las cuestiones concretas que el libro estudia son :*

- La educación de las mujeres : un imperativo mundial
- La conquista de los conocimientos elementales
- En busca de una cultura general
- Una oportunidad todavía rara : un verdadero oficio
- La economía doméstica, objeto de una educación mixta
- El aumento de las estudiantes
- La alfabetización, problema número uno
- Participar en la vida del mundo...
- La acción de la Unesco

## Para renovar su suscripción y pedir otras publicaciones de la Unesco

Pueden pedirse las publicaciones de la Unesco en todas las librerías o directamente al agente general de ésta. Los nombres de los agentes que no figuren en esta lista se comunicarán al que los pida por escrito. Los pagos pueden efectuarse en la moneda de cada país, y los precios señalados después de las direcciones de los agentes corresponden a una suscripción anual a «EL CORREO DE LA UNESCO».

★

**ANTILLAS NEERLANDESAS.** C.G.T. Van Dorp & Co. (Ned. Ant.) N.V. Willemstad, Curaçao, N.A. (Fl. 5,25). — **ARGENTINA.** Para "El Correo" solamente : Editorial Losada, S.A., Alsina 1131, Buenos Aires. Otras publicaciones : Editorial Sudamericana, S.A., Humberto I No. 545, Buenos Aires. — **ALEMANIA.** Todas las publicaciones : Verlag Dokumentation Postfach 148, Jaiserstrasse 13, 8023 München-Pullach. Para «UNESCO KURIER» (edición alemana) únicamente: Vertrieb Bahrenfelder-Chaussee 160, Hamburg-Bahrenfeld, C.C.P. 276650. (DM 12). — **BOLIVIA.** Librería Universitaria, Universidad Mayor de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Apartado 212, Sucre. — **BRASIL.** Livraria de la Fundação Getulio Vargas. Serviço de Publicações, Caixa postal 21120, Praia de Botafogo, 188, Rio de Janeiro, GB. — **COLOMBIA.** Librería Buchholz Galería, Avenida Jiménez de Quesada 8-40, Apartado aéreo 4956, Bogotá; DistriLibros Ltda., Plo Alfonso García, Carrera

4a 36-119, Cartagena; J. Germán Rodríguez N. Oficina 201, Edificio Banco de Bogotá, Girardot, Cundinamarca; Editorial Losada, calle 18 A Nos. 7-37, apartado aéreo 5829, apartado nacional 931, Bogotá; y sucursales : Edificio La Ceiba, Oficina 804, Medellín; calle 37 Nos. 14-73, Oficina 305, Bucaramanga; Edificio Zaccour, Oficina 736, Cali. — **COSTA RICA.** Librería Trejos S.A., Apartado 1313, Teléf. 2285 y 3200, San José. — **CUBA.** Distribuidora Nacional de Publicaciones. Neptuno 674, La Habana. — **CHILE.** Editorial Universitaria S.A., Casilla 10 220, Santiago. — **ECUADOR.** Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Guayas, Pedro Moncayo y 9 de Octubre, Casilla de correo 3542, Guayaquil. — **EL SALVADOR.** Librería Cultural Salvadoreña, S.A., Edificio San Martín, 6a Calle Oriente No. 118, San Salvador. — **ESPAÑA.** Todas las publicaciones : Ediciones Iberoamericanas, S.A., Calle de Oñate, 15, Madrid 20; Distribución de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vitrubio 16, Madrid 6; Librería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Egiplacas, 15, Barcelona. Para «El Correo» solamente: Ediciones Liber, Apartado 17, Ondárroa (Vizcaya) (200 ptas). — **ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.** Unesco Publications Center, P. O. Box 433, Nueva York N.Y. 10016 (US \$5.00). — **FILIPINAS.** The Modern Book Co., 928 Rizal Avenue, P. O. Box 632 Manila. — **FRANCIA.** Librairie de l'Unesco, Place de Fontenoy, París, 7<sup>e</sup>, C.C.P. París 12.598-48

12 F). — **GUATEMALA.** Comisión Nacional de la Unesco, 6a Calle 9.27 Zona 1, Guatemala. — **JAMAICA.** Sangster's Book Stores Ltd., P.O. Box 366; 101, Water Lane, Kingston. — **MARRUECOS.** Librairie « Aux belles images », 281, avenue Mohammed-V, Rabat. «El Correo de la Unesco» para el personal docente; Comisión Marroquí para la Unesco, 20, Zenkat Mourabitine, Rabat (CCP 324-45). — **MÉXICO.** Editorial Hermes, Ignacio Mariscal 41, México D.F. (\$ 30). — **MOZAMBIQUE.** Salema & Carvalho, Ltda., Caixa Postal 192, Beira. — **NICARAGUA.** Librería Cultural Nicaragüense, Calle 15 de Setiembre y Avenida Bolívar, Apartado N° 807, Managua. — **PARAGUAY.** Melchor García, Eligio Ayala, 1650, Asunción. — **PERU.** Únicamente «El Correo» : Editorial Losada Peruana, apartado 472, Lima, Otras publicaciones : Distribuidora Inca S.A., Emilio Althaus 470, Lince, casilla 3115, Lima. — **PORTUGAL.** Dias & Andrade Lda., Livraria Portugal, Rua do Carmo 70, Lisboa. — **REINO UNIDO.** H.M. Stationery Office, P.O. Box 569, Londres SE1 (20/-). — **REPUBLICA DOMINICANA.** Librería Dominicana, Mercedes 49, Apartado de Correos 656, Santo Domingo. — **URUGUAY.** Editorial Losada Uruguaya S.A. Librería Losada, Maldonado 1092, Colonia 1340, Montevideo. — **VENEZUELA.** Librería Historia, Monjas a Padre Sierra Edificio Oeste 2, N° 6 (Frente al Capitolio), Apartado de correos 7320, Caracas.



## UNA HABITACION TRANSPARENTE

El piso, el cielo raso, las paredes y los muebles de esta habitación del futuro son de material plástico transparente, que les da un carácter, diríase, etéreo y extraterrestre. Las resinas de poliésteres reforzadas con fibra de vidrio pueden adoptar prácticamente todas las formas y su resistencia es tal que no necesitan un marco de sostén. (Véase el artículo de la página 4).

Foto Ku Khanh © Quasar Engineering, Paris

