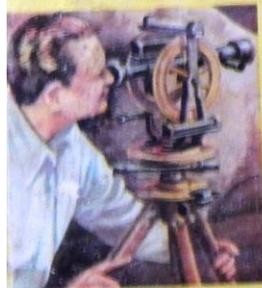
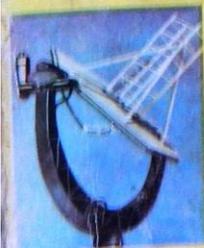




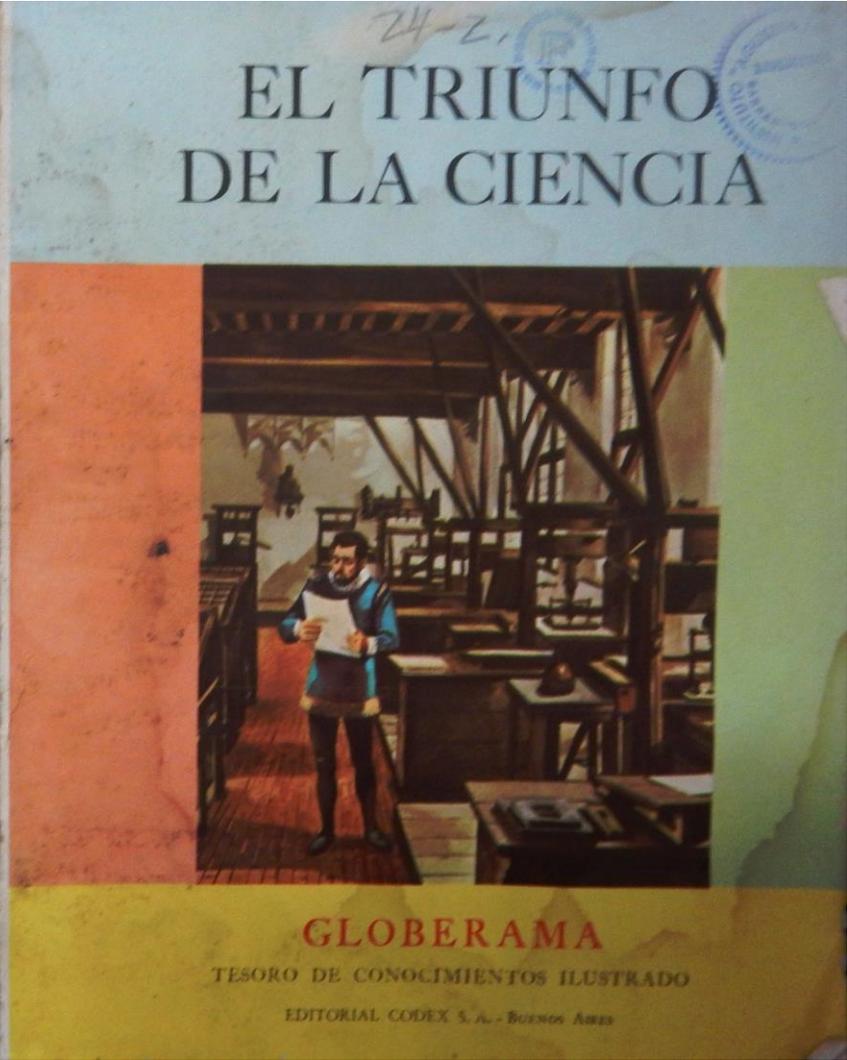
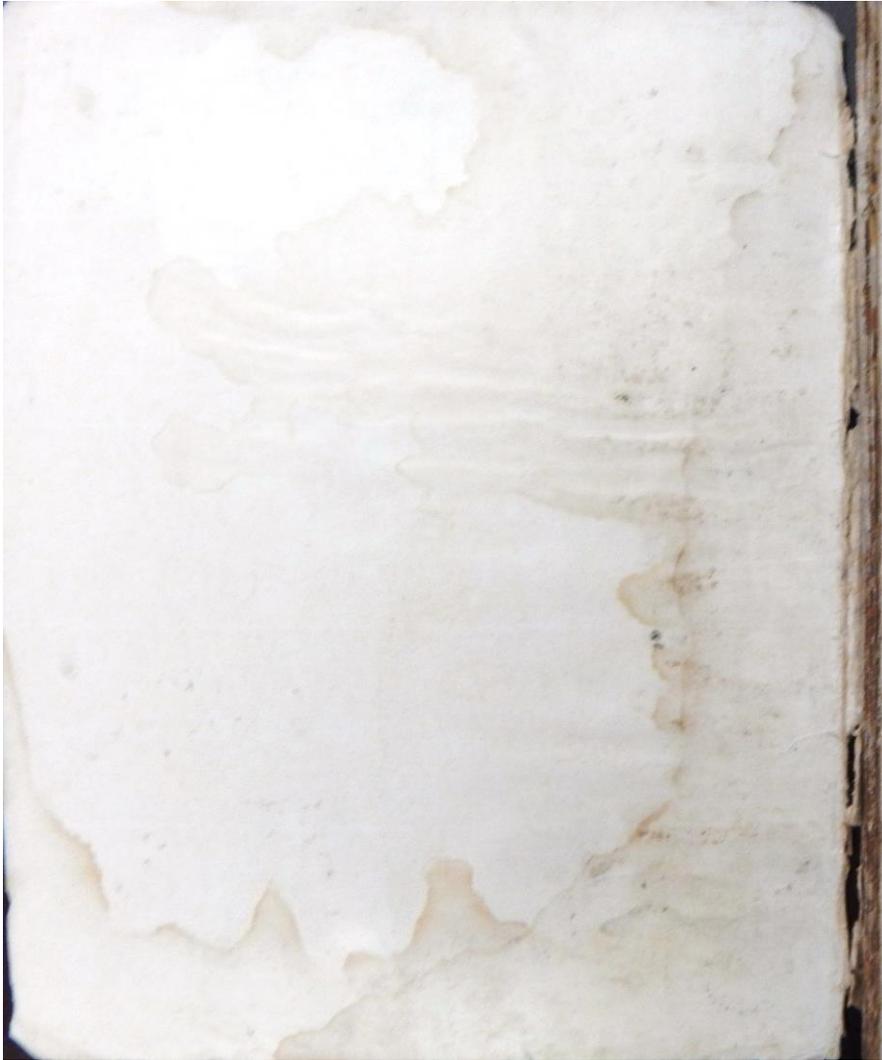
CODEX



*El Triunfo
de La Ciencia*



GLOBERAMA
TESORO DE CONOCI-
MIENTOS ILUSTRADO



Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

© Copyright by Editorial Codex S. A.
1961

Derechos adquiridos



PRINTED IN ARGENTINA

IMPRESO EN LA ARGENTINA

Contenido



	<i>pdg.</i>
INTRODUCCIÓN	9
<i>El hombre asegura su subsistencia</i>	
Tres alimentos vitales	10
Animales de la tierra y del mar	12
Calmando la sed del mundo	14
Años pobres y años ricos	16
Deteniendo las estaciones	18
La ciencia y los alimentos en conserva	20
<i>Transporte de hombres, productos y energía</i>	
El transporte a través de los tiempos	22
Máquinas de vapor que marchan sobre rieles	24
Los rieles, guías para el transporte	26
Puente grúa y línea de montaje	28
Tuberías para el transporte de energía	30
Conducción de la electricidad a distancia	32
La era del automóvil	34
El tráfico de los mares	36
Maravillosos viajes de embarcaciones atómicas	38
Atajos entre océanos	40
Combustible para la fuerza motriz	42
Todo el mundo a nuestro alcance	44
Hacia otros mundos	46
Del aguatero al acueducto	48
Millones de litros de agua por día	50
Reteniendo agua para la producción de energía	52
<i>Técnicas de la medición</i>	
¿Qué distancia? ¿Qué cantidad? ¿Qué tamaño?	54
La medición en el mundo moderno	56
¿Qué es el tiempo? ¿Cuál es la duración de un año?	58
Los minutos comienzan a tener importancia	60

	pág.		pág.
<i>Esparciendo y conservando conocimientos</i>		El cinematógrafo de hoy	84
Aprendiendo a almacenar conocimientos	62	Películas pintadas por electrones	86
Comienzos de la imprenta	64		
Cambios en los métodos tipográficos	66	<i>Ciencia y futuro</i>	
Imprentas de hoy	68		
Figuras dibujadas por la luz	70	La exploración de otros mundos	88
De la película fotográfica a la lámina impresa	72	El camino a las estrellas	90
Publicación de noticias a tiempo	74	Planeando los viajes espaciales	92
Mensajes para los ojos y mensajes para los oídos	76	Máquinas para admirar y entretenerse	94
El mundo al alcance de nuestros oídos	78	Máquinas que funcionan por sí mismas	96
Comienzos de la radio	80	Epílogo	98
Nuevas formas de hacer figuras	82		

Introducción

La idea de hombre y la de preocupación intelectual, investigación y deseos de saber, tienen una y la misma antigüedad sobre la tierra. En cada civilización, remota o moderna, en cada momento de la historia, hubo alguien que se preguntó: ¿qué es el tiempo? Y hubo también quien respondió a ese interrogante. Los asiduos y evidentes ciclos de la luna ofrecieron la más antigua medida, pues cada ciclo constituía un mes lunar.

La cronología es el triunfo de la razón humana sobre el fluir constante del tiempo, su partición, su mensura. Pero más tarde fue necesario almacenar los hechos y los conocimientos del hombre en el tiempo y a los métodos de escritura se agregó la imprenta, invención que abre un nuevo capítulo en la historia de la humanidad. Y la necesidad de saber casi al instante lo que acaece en todo el orbe terrestre originó el telégrafo, la radio, la televisión... Finalmente el hombre encontró estrecho el ámbito de su planeta y comenzó la audaz aventura de la conquista del espacio, la marcha hacia otros mundos. Pero el avance acelerado de la ciencia ha exigido una rápida adecuación moral, dada la fisonomía novedosa de la realidad, y así se originaron problemas psicológicos y sociológicos sumamente complejos. La automatización planteó al hombre la necesidad de un nuevo humanismo, adecuado al mundo actual.

GLOBERAMA da una idea exacta de este proceso, desde sus orígenes hasta su actual situación, ejemplificándolo con gráficos, esquemas e ilustraciones de gran utilidad. La teoría novedosa, el dato interesante, la información más reciente, confieren a GLOBERAMA la categoría, hoy muy difícil de alcanzar, de libro actualizado respecto del vasto panorama de los conocimientos humanos. Este valioso material didáctico ha sido reunido según un plan orgánico y expuesto de una manera clara, accesible a todo lector interesado.

LOS EDITORES.



Tres Alimentos Vitales

Conocer cuáles son las especies vegetales de mayor rendimiento calórico, podrá servir un día para mejorar la producción mundial de alimento, pero sólo en parte. Como los expertos en nutrición saben que los bananeros y las datileras dan un rendimiento excepcionalmente alto, harán, sin duda, que se expanda su cultivo. Pero los agricultores no pueden dedicarse a tales plantaciones donde el clima es inadecuado. De manera que lo natural es que, durante muchos años, los especialistas en nutrición sigan concentrando su interés, especialmente, en aumentar la producción de las plantas alimenticias más cultivadas y que se dan bien en extensas regiones del mundo.

Los tres cultivos vitales de esta clase son: el trigo, que provee la mayor parte del pan que las razas blancas exigen; el arroz, que es el sustento principal de la abundante población del este y sudeste de Asia, y la mandioca, que suministra una gran proporción del alimento que consume mucha gente en América y África.

El trigo no es demasiado exigente en lo que respecta al clima que necesita. Requiere lluvia sólo en primavera, y un verano medianamente seco con calor suficiente para permitirle madurar. También necesita un suelo bastante rico en calcio, o, mejor aún, en calcio y potasio. Tales condiciones se encuentran en muchas partes de la tierra, y el mapa de enfrente nos muestra las principales zonas trigueras del mundo. El tamaño de los recipientes es proporcional a la cantidad de trigo producida. Europa y Asia juntas proporcionan aproximadamente el 60% de la provisión mundial, y los Estados Unidos y Canadá, alrededor del 22%, mientras que los principales graneros del hemisferio meridional son la Argentina y Australia.

En Europa y Asia, el cultivo del trigo se alterna generalmente con otros, tales como el de la papa o remolacha. Esto contribuye a mantener el suelo libre de malezas y también evita su empobrecimiento. En regiones que se han desarrollado en épocas más recientes, como América y Australia, los agricultores suelen cultivar trigo

en los campos, año tras año. El rendimiento por hectárea no es tan grande, pero hay tantas hectáreas para el cultivo en estas nuevas tierras, que el rendimiento total aún es enorme.

Aunque Europa y Asia cultivan tan vastas extensiones con trigo, necesitan todavía más para alimentar a sus grandes poblaciones. América y Australia, no obstante cultivarlo menos, disponen de un considerable excedente de este cereal, porque sus propias poblaciones son mucho menores. La mayor parte de ese excedente va a Europa. El espesor de las flechas del mapa indica el volumen de trigo que se exporta de cada una de estas regiones. La figura de abajo representa barcos graneros, cuyas bodegas son llenadas con trigo por medio de cañerías de succión conectadas con los silos situados en los muelles.

El arroz requiere clima cálido, abundante lluvia y muchos brazos para cultivarlo, y crece en forma abundante en tierras del monzón densamente pobladas. Los países en que más se cultiva son: China, India, Pakistán, Japón, Indonesia, Tailandia y Birmania. Los dos últimos, aunque producen bastante menos del 8% de la cosecha mundial, tienen un excedente considerable para la exportación. En todos los otros la producción apenas cubre las necesidades internas; efectivamente, China, Japón e Indonesia están entre los compradores de arroz de Birmania y Tailandia.

La figura de arriba da una idea de la cantidad de trabajo necesario para el cultivo del arroz y su descascarado. Se necesita aún más para levantar cercos bajos alrededor de los campos, inundarlos, desaguarlos y ararlos para la siembra. Después de sembrar, los campos deben ser anegados nuevamente; luego, cuando las plantas jóvenes aparecen, deben ser cuidadosamente replantadas en otros campos.

La planta de mandioca, que vemos en el centro, a la derecha, tiene una gran raíz carnosa y aunque contiene un veneno, puede ser purificada y tratada para preparar un alimento muy nutritivo, llamado casabe. Purificada y molida, y a veces mezclada con azúcar, constituye la tapioca. Los indios de las zonas tropicales de América, donde mejor se produce la mandioca, la usan, además, para hacer bebidas alcohólicas.

ARRIBA: Segundo y ahechando arroz.
CENTRO, IZQUIERDA: Mapa que muestra las zonas de producción y exportación del trigo.
CENTRO, DERECHA: Planta de mandioca.
ABAJO: Cargando barcos graneros por succión.



Animales de la Tierra y del Mar

Cualesquiera sean sus cultivos, la mayor parte de la gente depende de los animales terrestres y marítimos para proveerse de la mayor parte de sus alimentos proteicos de primera clase. Muchos de éstos consisten en productos lácteos y el resto en carne de animales y pescados.

Respecto al mar, el hombre es todavía, enteramente, un cazador. Es cierto que cria ostras y mejillones, tal como un agricultor cria el ganado, pero por otra parte el hombre pesca cualquier pez que el mar le brinde. La variedad de peces diferentes que pesca y come es, por lo tanto, enorme: lenguados, esturiones, platijas y sardinas, sargos y labinas, barbos y merluzas, arenques y salmones, truchas y atunes y docenas de otros.

En la tierra, la caza y las trampas dan una pequeña parte del alimento animal para el hombre —algunas aves de caza, como los faisanes y las perdices; algunas liebres, conejos y ciervos. La mayor parte de la carne comestible proviene solamente de tres clases de animales, a los que domesticó por primera vez hace miles de años: vacunos, ovinos y porcinos.

Del mismo modo que con el trigo y el arroz, ocurre con el ganado: no siempre las regiones de más alta producción son las más grandes exportadoras. India tiene alrededor del 20% del ganado del mundo, los Estados Unidos alrededor del 12% y Europa, probablemente, lo mismo. Sin embargo, aparte de Dinamarca, Irlanda y Francia, ninguna de esas regiones, con grandes poblaciones para alimentar, son exportadoras de carne vacuna. En efecto, los países europeos compran unos dos tercios de la carne vacuna que todos los países exportadores juntos pueden ofrecer a la venta. Por extraño que parezca, los tres países que proveen más de la mitad de las exportaciones mundiales de carne vacuna, la Argentina, Australia y Nueva Zelanda, crían menos ganado, las tres juntas, que la India. Al referirnos a Europa, donde el ganado se cria más por la leche que por la carne, debemos pensar en

unas docenas de vacas en pequeños y cuidados campos cuando se habla de ganado. Pero en la vasta pampa argentina y en extensas zonas de Canadá y los Estados Unidos, enormes rebaños pastan en leguas y leguas de tierras de pastoreo, cuidados por sólo unos pocos gauchos o vaqueros.

Las tres ilustraciones (arriba) muestran vaqueros americanos apacentando ganado; ganado al ser entregado a uno de los mataderos, en Chicago, y una vista interior de uno de estos mataderos.

Muchas de las reses de este último grabado (arriba, a la derecha) son cerdos, porque la región que rodea a Chicago, y la que está al sur de esta ciudad, son de las más importantes del mundo en la cría de cerdos. Otras son la Argentina, Dinamarca, el norte de Alemania y Polonia. Dinamarca sola provee alrededor de una cuarta parte de las exportaciones mundiales de carne de cerdo, y Gran Bretaña compra casi una tercera parte del total mundial.

Las ovejas se crían en número considerable en casi todas las partes habitadas del mundo, menos en el este y sudeste de Asia. Con mucho, el mayor exportador de carne de oveja es Nueva Zelanda (casi el 70%), seguida por Australia (casi el 15%). Gran Bretaña es fácilmente el mayor importador, pues compra más del 90% de todas las exportaciones mundiales.

Casi todos los países que tienen costas aprovechan la oportunidad para pescar, y, en general, es cierto que los países más pesqueros son simplemente aquellos que están cerca de las más prolíficas zonas de pesca. Los más aptos lugares del mundo para la pesca son las costas este y noreste de Asia (especialmente el mar del Japón) y las cercanías de las costas del noroeste de Europa y del este y noreste de Norteamérica. Así, no nos sorprende que Japón, los Estados Unidos, la Unión Soviética, Noruega, Gran Bretaña y Canadá juntos cuenten con, aproximadamente, la mitad de lo que se pesca anualmente en todo el mundo. Japón solo representa una quinta parte, y en ese país el pescado es un componente de la dieta de mayor valor que la carne. Las naciones balleneras más importantes son Noruega, Japón y Gran Bretaña.

ARRIBA: Vaqueros apacentando ganado en América; una entrega de ganado al matadero de Chicago; el interior de un matadero.
 ABAJO: Cinco métodos diferentes de pesca y el arponeo de ballenas en aguas antárticas.



Calmando la Sed del Mundo

En determinada emergencia, la mayoría de la gente sana podría vivir varias semanas sin comer, pero nadie podría vivir más de unos poquísimos días sin beber. La bebida más importante es el agua, pues aunque consumamos té, café, cacao, jugo de frutas, vino o cerveza, estamos bebiendo principalmente agua.

Sin embargo, aunque reconocemos su importancia, pocos de nosotros nos contentaríamos con beber agua y nada más, y los hombres primitivos sin duda sentirían algo parecido. De los tiempos más primitivos de que tenemos noticia, sabemos que los hombres hacían otras bebidas más agradables al paladar. Una de las primeras, el vino, se hacía en Egipto y en otras zonas del este del Mediterráneo, desde hace por lo menos cinco mil años. Se extraía el jugo de las uvas triturándolas con los pies descalzos, para evitar deshacer las semillas y darle un sabor amargo; luego se dejaba fermentar y se lo almacenaba.

Hoy se cultivan viñas y se produce vino en muchas partes del mundo, incluyendo Sudáfrica, Australia, Argentina, Alemania, Austria y los Estados Unidos, pero las tierras que rodean el Mediterráneo son todavía las más productoras. Francia, Italia, España, Argelia y Portugal juntos producen casi las tres cuartas partes de la provisión mundial, pues su larga experiencia y su antigua tradición contribuyen en mucho al cuidado y mantenimiento de los viñedos libres de parásitos, así como también para fermentar, mezclar, embotellar y madurar el vino.

Los grabados (arriba) muestran algunos de los procesos en cuestión: la vendimia (arriba, izquierda) y el almacenamiento en cascos y botellas (arriba, derecha). La mitad inferior de esta ilustración ejemplifica el proceso de embotellamiento del champán, cuyas burbujas y espuma se forman por el anhídrido carbónico natural que contiene. El vino nuevo es embotellado, encorchado y almacenado en una posición oblicua, cuyo ángulo de inclinación se aumenta de cuando en cuando. Después de cierto tiempo, todo sedimento se deposita en el corcho. El

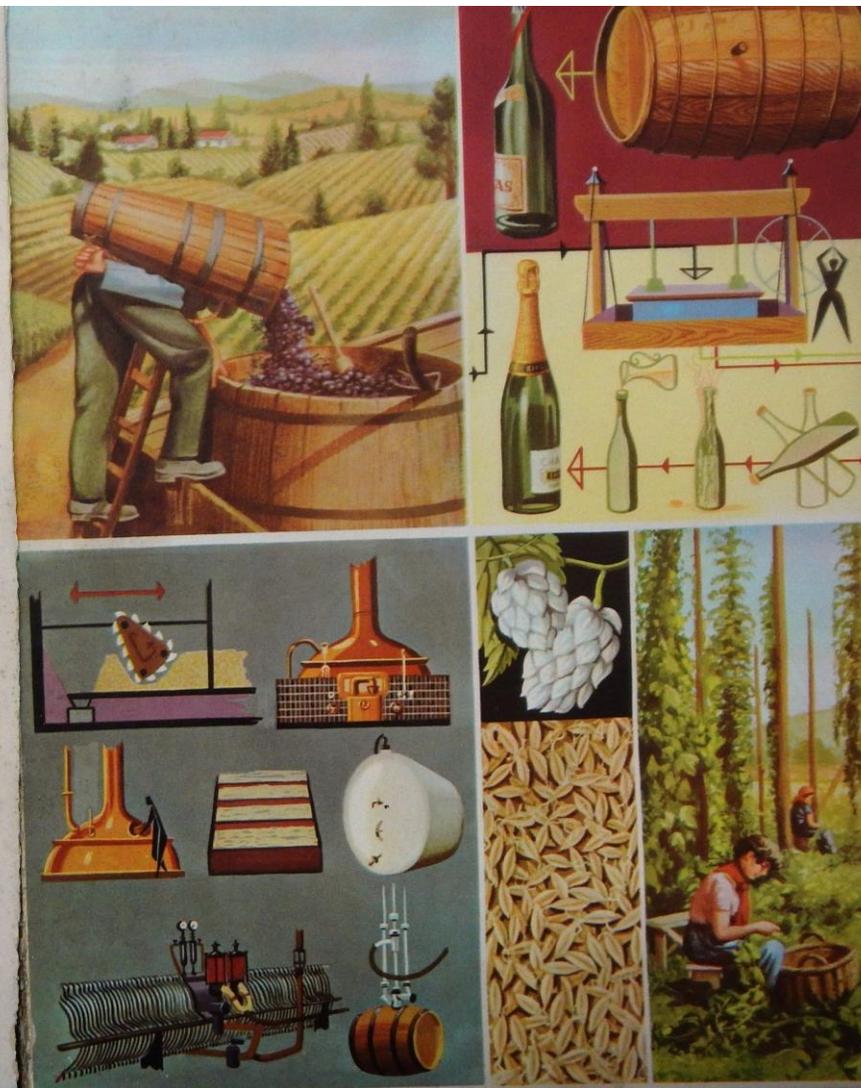
corcho y el sedimento se quitan y la botella se llena hasta el tope, nuevamente. Luego se la vuelve a encorchar y se le coloca un alambre para asegurar el corcho. El champán debe ser guardado durante siete años para que llegue a su punto óptimo.

Antes de que el moderno transporte hiciera posible traer grandes cantidades de leche fresca del campo a las populosas ciudades, y antes de que el té, el café y el cacao fuesen fácilmente accesibles en el norte de Europa, la cerveza era la bebida principal no sólo para los hombres, sino también para mujeres y niños. Sus ingredientes principales son cebada, azúcar, levadura y agua. Hoy el lúpulo le da ese sabor particular, pero antes de que el lúpulo fuese introducido en Inglaterra, hace unos cinco siglos, se usaban otros ingredientes aromáticos, incluyendo hierbas, las agujas de ciertas coníferas y cortezas de árboles.

Las figuras de abajo a la izquierda muestran algunos procesos de la elaboración. Primero, la cebada se humedece, se mantiene a cierta temperatura, se la da vuelta de vez en cuando para convertirla en malta, que es rica en azúcar. Luego, se coloca la malta en una gran tina con agua y se la mezcla. El líquido resultante se cuele y se calienta en otra tina. Después de filtrarlo, se lo hierve nuevamente con lúpulo y luego se lo deja enfriar antes de agregar levadura, la cual convierte el azúcar en alcohol y anhídrido carbónico.

Si pudiéramos medir todos los líquidos que contribuyen a calmar la sed en todo el mundo actualmente, probablemente veríamos que la cantidad de té, café y cacao excede la de vino y cerveza. Sin embargo, el té, producido de las hojas secas de un arbusto que crece principalmente en la India, Ceilán y Japón, era casi desconocido en Europa hasta mucho después de terminar la Edad Media. El café, de la baya de un alto arbusto que crece especialmente en Brasil, Colombia y México, apenas se conocía antes del descubrimiento de América y se difundió hace sólo tres siglos. El cacao, de la baya del cacao, que crece especialmente en Sudamérica, se popularizó aproximadamente desde dicha época.

ARRIBA: Cosechas de viñedos y almacenamiento y embotellamiento de vino.
 ABAJO, DERECHA: Cosecha del lúpulo y dos ingredientes de la cerveza: lúpulo y malta de cebada.
 ABAJO, IZQUIERDA: Varias etapas de la elaboración de cerveza.



Años Pobres y Años Ricos

Probablemente nunca conoceremos todas las razones que impulsaron por primera vez al hombre a hacer vino, pero podemos estar razonablemente seguros de una de ellas por lo menos. Cuando la cosecha de uva era particularmente buena, la gente no podía comer toda la fruta antes de que se echara a perder. Pero si podían embotellar el jugo y evitar que *éste* se estropeará, podían seguir disfrutando los beneficios de una buena cosecha durante muchos meses. Así que en cierto sentido podemos pensar que los primeros intentos de elaborar el vino fueron tentativas de conservación de alimentos.

Es fácil comprender por qué la gente de tiempos pasados estaba tan ansiosa de preservar alimentos. Hoy, si una parte del mundo tiene una mala cosecha, puede generalmente importar alimentos de otras regiones donde la cosecha ha sido buena. Pero hasta la era de los ferrocarriles y veloces vapores, cada zona del mundo tenía que vivir casi enteramente de sus propias cosechas, y éstas podían variar enormemente de año a año. Como Egipto en la época de la bíblica historia de José, cualquier país podía tener varios años prósperos seguidos de varios años pobres. A menos que pudieran conservar algo de su excedente de alimento durante los años prósperos, los habitantes corrían el riesgo de sufrir hambre durante los años pobres.

Afortunadamente no es difícil mantener ciertos alimentos básicos en buenas condiciones durante largos períodos. Almacenados en graneros y depósitos secos y relativamente frescos el trigo, arroz, maíz y otros cereales se pueden conservar durante meses y aun años, aunque el moho y las bacterias generalmente causan algunas pérdidas. Zanahorias, nabos, papas y otras raíces se pueden conservar en buenas condiciones durante varios meses enterrándolas en pozos relativamente profundos, frecuentemente forrados de paja. La carne, también, se puede conservar por lo menos durante varias semanas cortándola en trozos y ahumándola. Cierta clase de pescado

se puede conservar largo tiempo secándolo bien.

Algunos ejemplos de métodos simples de conservación de alimentos se ven enfrente: un indio de América Central ahumando carne; un groenlandés dejando secar al viento y al sol la carne de una ballena; un esquimal usando el hielo que lo rodea como refrigerador natural; un negro africano secando carne al sol; pescado colgado a secar cerca de una aldea pesquera noruega.

La figura de abajo a la izquierda nos muestra un método de conservación menos primitivo: salado de carne y su conservación en barriles para su uso en largos viajes por mar. Aunque el hombre probablemente no pensó en salar la carne hasta que aprendió a ahumarla o secarla, seguramente hace varios miles de años que usa el método. Mucha gente cree que los marinos fenicios usaban sal para preservar la carne antes de los tiempos de los griegos y romanos, y la carne salada era todavía el gran sostén de los marinos en todas partes hasta después de Nelson.

A medida que pasa el tiempo, gentes diferentes de distintas partes del mundo descubrieron otros métodos de conservación. Los romanos, que tenían fama de ser buenos *gourmets*, buscaban caza de todas partes de su imperio y la conservaban cubriéndola de miel. A veces los galos, antes de ir a la guerra, comían carne seca en polvo, en la creencia de que les daría repentino vigor. La gente que vive cerca del Ártico, donde toda clase de vegetales son escasos gran parte del año, fue la primera en conservar hojas y plantas verdes en vinagre.

Sin embargo, todos estos métodos juntos no resolvieron enteramente el problema. Primeramente, no se practicaron en una escala lo bastante grande para conservar todo el alimento sin peligro de echarse a perder. Segundo, todos los antiguos métodos de conservación cambiaban el sabor de los alimentos, y muchos de ellos, a no dudarlo, para peor.

No fue sino hasta los comienzos del siglo XIX cuando se descubrieron algunos métodos completamente nuevos de conservar alimentos, que, en nuestro tiempo, han transformado el problema de la alimentación.

ARRIBA: Ahumando carne y secando carne de ballena.
CENTRO: Usando refrigeración natural y secando carne en el sol tropical.
ABAJO: Embarcando provisiones de carne salada y secando pescado.



Deteniendo las Estaciones

El precursor de los nuevos métodos de conservación de los alimentos fue Nicolás Appert, quien se hizo famoso durante las guerras napoleónicas. Appert concibió la idea de llenar frascos de vidrio con alimentos sometidos al calor y luego cerrarlos herméticamente. Su método tuvo tanto éxito, que Napoleón le dio un premio por su trabajo.

A los pocos años, Appert instaló una fábrica de conservas, ubicada en un terreno de una o dos manzanas, donde cultivó arvejas y habas verdes para destinarlas a la conservación. En una sección se hervían varios productos alimenticios en un enorme tanque de 200 litros, y en otra los frascos se llenaban y sellaban. Finalmente, los frascos llenos se sumergían en otro tanque y se volvían a calentar.

El corresponsal de un periódico, que visitó la fábrica, declaró: "El señor Appert ha encontrado la manera de detener las estaciones. Con él la primavera, el verano y el otoño viven en botellas como plantas delicadas que el jardinero protege bajo cubiertas de vidrio".

La expresión puede parecerse algo exagerada, pero había mucho de verdad en ella, como lo muestran los diagramas de arriba, a la izquierda. La naturaleza da pocos alimentos frescos en invierno y antes de que se iniciara el envasamiento de éstos en latas y botellas, los precios de los alimentos de invierno eran siempre muy altos. Al llegar más abundantes provisiones en primavera y verano, los precios bajaban considerablemente; luego, cuando se acercaba el otoño, las provisiones empezaban a escasear otra vez y los precios aumentaban, por ello, nuevamente. Pero hoy día las conservas mantienen los precios bastante uniformes durante todo el año, porque las frutas y verduras de la primavera, verano y principios del otoño son tan accesibles en invierno como en cualquier otra estación.

Fue el gran bacteriólogo Luis Pasteur quien demostró que una vez que las bacterias de los alimentos mueren por el calor, éstos no se pueden descomponer a menos que nuevas bacterias

vivas se pongan en contacto con ellos. Probó así que el método de Appert de calentar y sellar los recipientes de conservas era científicamente correcto. Pero aun antes de las investigaciones de Pasteur el nuevo método se había hecho popular en varias partes del mundo. Un inglés, Bryan Donkin, fue el que ideó el uso de latas en vez de frascos. Esto resultó extraordinariamente útil, porque las latas se transportan más fácilmente y porque los alimentos en lata se pueden esterilizar a más altas temperaturas.

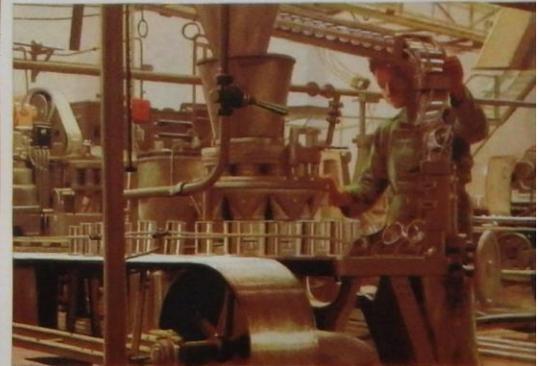
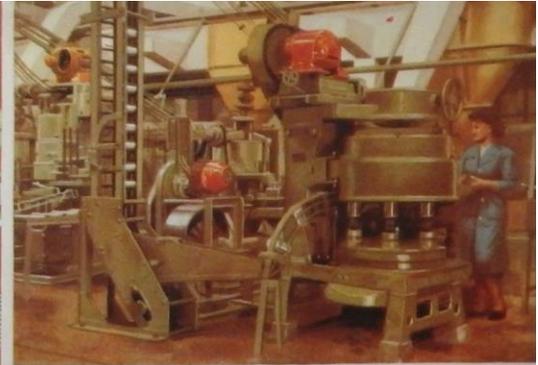
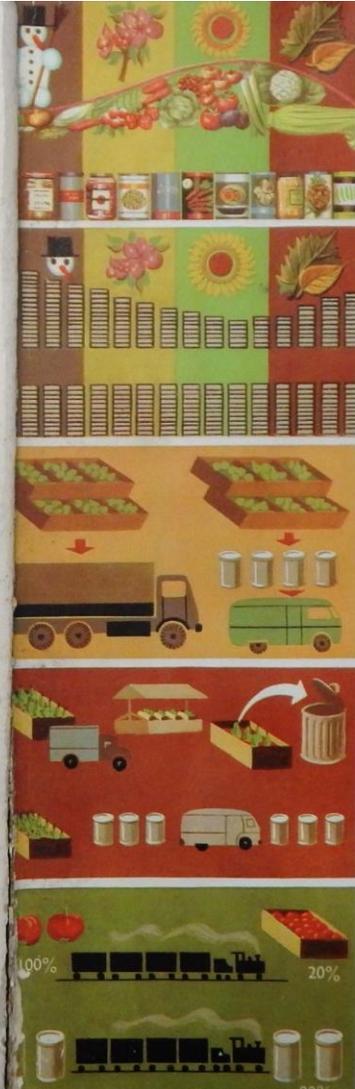
Las tres figuras de la derecha, enfrente, dan una idea del tamaño, complejidad y eficiencia de las máquinas usadas hoy en una fábrica de conservas. La máquina de arriba llena las latas, la segunda las cierra, y la de abajo se usa para esterilizar. El hombre de la ilustración de abajo está observando los indicadores de presión y termómetros y cuida así de las ollas.

Frutas de distinto tipo se mantienen en ebullición tiempos diferentes, que varían generalmente entre 8 y 25 minutos. Algunas verduras se mantienen a temperaturas de unos 20 grados por encima del punto de ebullición, y a presiones tres a cuatro veces mayores que la presión atmosférica normal, durante lapsos de 30 a 90 minutos.

Las tres ilustraciones de abajo, a la izquierda, muestran cuánto ganamos enlatando alimentos. Ante todo, si las arvejas se envían del campo a la ciudad tal como son recogidas, ocupan mucho espacio para su transporte. Pero si son peladas y envasadas cerca del lugar donde se cultivan antes de enviarlas, la misma cantidad del alimento se ubica en menos espacio y los gastos de transporte se reducen. Luego, cuando compramos abundantes verduras frescas, éstas no se mantienen mucho tiempo; a menos que tengamos suficiente espacio en la nevera para todas ellas. Con los alimentos envasados no hay problemas de espacio ni de conservación, y de ellos nada se tira, excepto el envase. Finalmente, muchas verduras frescas pierden buena parte de vitamina C durante el transporte. Los tomates pueden llegar al mercado con sólo el veinte por ciento de su contenido original de vitamina C y los envasados pueden conservar el ochenta por ciento.

DERECHA: Llenando, cerrando, calentando y esterilizando los envases.

IZQUIERDA: Los alimentos envasados se conservan largo tiempo y contribuyen a mantener los precios uniformes durante el año, a reducir los costos de transporte y a proteger el contenido vitamínico de ciertas verduras.



La Ciencia y los Alimentos en Conserva

En los tiempos modernos la ciencia ha capacitado al hombre para ampliar enormemente el uso de ciertos antiguos métodos de conservación de alimentos, y también para elaborar algunos enteramente nuevos.

Durante siglos, ciertas variedades de uvas han sido secadas generalmente al sol, para producir pasas, y, aunque menos, otras frutas, tales como manzanas y damascos. Hoy, con el uso en gran escala de máquinas eléctricas, toda clase de frutas y verduras, y aun huevos, se conservan secándolos. Durante la segunda guerra mundial, cuando Inglaterra padecía escasez de medios de transporte, era imposible importar tantos huevos como eran necesarios y el alimento suficiente para las gallinas. El problema fue resuelto, al menos en parte, importando huevos deshidratados, huevos reducidos a polvo por el secado. Los huevos deshidratados no solamente ocupaban mucho menos espacio en los barcos, sino que se mantenían bien mucho más tiempo.

Hemos visto ya que los esquimales usan el hielo que los rodea para conservar alimentos, y esto lo deben haber hecho desde hace centenares de años. Pero, fuera de las regiones árticas, hasta épocas relativamente recientes, la humanidad hizo poco uso del hielo como medio para conservar alimentos. Es verdad que ya antes de Cristo los chinos solían juntar hielo en invierno, envolverlo muy bien con paja para evitar que se derritiera y usarlo en verano para enfriar alimentos y bebidas. Pero una cosa es el enfriamiento y otra la conservación.

El uso del hielo para la conservación dependió del conocimiento científico de la causa de la descomposición de los alimentos. Solamente cuando van Leeuwenhoek fabricó los primeros microscopios más o menos perfeccionados se supo la existencia de diminutos organismos vivos, que ahora llamamos bacterias. Algunas de estas bac-

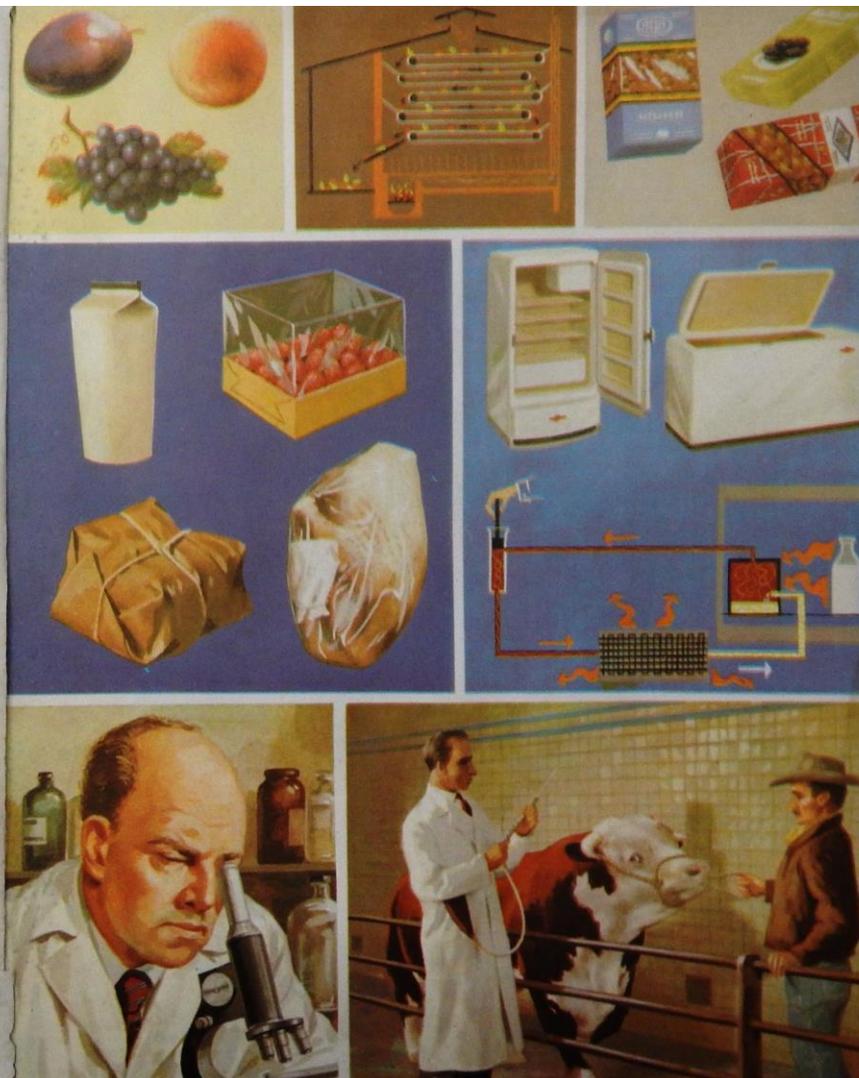
terias son la causa directa de la descomposición de los productos alimenticios; pero fue mucho después de aquel sabio cuando los científicos advirtieron que gran parte de estos diminutos organismos mueren a bajas temperaturas y así comenzó a usarse el hielo para la conservación.

En la actualidad, en vez de hielo, usamos neveras. Estas aprovechan dos simples hechos científicos: primero, un líquido debe absorber calor para convertirse en gas, y un gas debe entregar calor para convertirse en líquido; segundo, el calor siempre fluye de objetos calientes a otros fríos. El diagrama de la derecha muestra cómo se aplican estos conocimientos. Primero el gas se comprime (generalmente por medio de un compresor eléctrico) y luego pasa por cañerías a un sistema de enfriamiento, donde pierde calor hacia el exterior. Ocurrido esto, se transforma de gas en líquido, y este líquido, que es extremadamente frío, penetra en el congelador. El calor ahora fluye del alimento almacenado en la nevera al líquido frío, y lo transforma en gas nuevamente. Este gas es conducido de vuelta al compresor.

Sin barcos frigoríficos habría sido imposible, hasta hace muy pocos años, que cargamentos de carne llegaran a Inglaterra en buenas condiciones después de largos viajes desde Nueva Zelanda, Australia o la Argentina. Sin neveras en depósitos o comercios, considerables cantidades de alimentos se echarían a perder durante los días calurosos, aun antes de llegar a nuestros hogares. En las neveras, lo único que debemos cuidar es que los alimentos estén bien envueltos, para que conserven su sabor individual.

En 1950, debido a experimentos realizados por un canadiense, Hugo L. A. Tarr, se ideó un nuevo método de conservación de alimentos. Inyectando antibióticos en la carne, pescado y algunas verduras, es posible mantenerlos en buenas condiciones durante varias semanas sin la ayuda de neveras. Los alimentos conservados de este modo no pierden su sabor. Otro método de conservación que puede desarrollarse en un futuro próximo, es el que aproveche la radiación.

ARRIBA: Conservando fruta por deshidratación.
CENTRO, IZQUIERDA: Paquetes para refrigerar.
CENTRO, DERECHA: Neveras y cómo funcionan.
ABAJO: La ciencia ha producido antibióticos que, inyectados en el ganado antes de sacrificarlo, pueden mantener la carne en buenas condiciones durante varias semanas.



El Transporte a Través de los Tiempos

Al dominar la energía, al explotar las materias primas, al construir cosas o alimentar gente, el progreso ha estado siempre estrechamente relacionado con los adelantos del transporte. Por ejemplo, ninguna cantidad de energía muscular sería capaz de llevar centenares de toneladas de material de Buenos Aires a Córdoba en diez horas, pero una locomotora moderna lo hace con facilidad. El hombre puede usar madera como materia prima para construir carros que van a ser arrastrados por caballos, pero debe aprender a usar el hierro antes de construir locomotoras. Al edificar una choza de barro, un hombre puede acarrear los materiales por sí mismo, pero un rascacielos exige enormes vigas que se pueden transportar sólo por medios mecánicos. En el problema de la alimentación, la falta de transporte hacía depender antes a cada localidad de sus propias cosechas, mientras que hoy las facilidades de transporte les dan a los habitantes de cada lugar la posibilidad de comer alimentos producidos en cualquier parte de la tierra.

Las ilustraciones representan algunos de los métodos principales que los hombres han usado en distintas épocas para simplificar el problema de mover cosas. Los de la primera ilustración están valiéndose, como lo harían los de la Edad de Piedra, tan sólo de la fuerza de sus músculos. Pero también denotan cierto ingenio. Uno de ellos, al colocar un bulto sobre su cabeza, no sólo se ha asegurado de que el peso está parejamente distribuido sobre todo su cuerpo, sino que se ha dejado también ambas manos libres para poder abrirse camino a través de la jungla. Los otros dos han atado cuerdas a sus cargas, de modo que pueden inclinarse hacia atrás y usar su propio peso para transportarlas, en vez de agacharse incómodamente para arrastrarlas.

En las ilustraciones siguientes nadie está sos-

teniendo peso alguno. En ambos casos, el agua soporta el peso del bote y de su carga, y el único problema es que éste siga la dirección requerida. En un caso esto se consigue utilizando remos; en el otro, sogas. No es extraño que a través de la historia los hombres hayan preferido el transporte por agua al transporte por tierra siempre que tuvieron que mover pesos realmente considerables. Los tres hombres de la ilustración de la derecha están transportando unas 50 toneladas; los mismos no llegarían a arrastrar 500 kilos por tierra.

Cuando el hombre tuvo que mover grandes cargas por tierra, se valió de los animales. Hoy todavía usamos caballos para atravesar caminos difíciles, fuertes perros para arrastrar trineos por el hielo, elefantes para que separen la maleza con sus colmillos y transporten pesados troncos con sus trompas, y hasta no hace mucho se hacía arrastrar trineos cargados a los caballos en zonas sin caminos. En estos casos, también, el hombre ha usado su ingenio. Siempre que le fue posible ideó arneses para facilitar a los animales su labor, evitándoles fatigas innecesarias, y unció varios animales juntos a fin de hacerles compartir el esfuerzo de tirar de una carga pesada. Puso a los trineos lisos patines capaces de reducir al mínimo la fricción que se debía vencer.

Las ilustraciones de la tercera fila muestran medios de transporte que aprovechan las fuerzas naturales en vez de los músculos. La balsa no está solamente sostenida por el agua sino también empujada por la corriente. El barco de vela está sostenido por el agua y movido por el viento que hincha las velas. El trineo alpino, con su pesada carga, es impulsado pendiente abajo enteramente por la fuerza de la gravedad; su conductor sólo debe guiarlo.

Las láminas de abajo representan cuatro etapas en el desarrollo de la rueda, gran invento que hizo el transporte por tierra más fácil al reducir los efectos de la fricción y al permitir mover cargas por toda clase de superficies duras. Debajo de cada rueda se ve la figura de los vehículos que la usaron: un carro teutón, un carro romano, una diligencia del siglo XVIII y un automóvil moderno.

ARRIBA: Transporte realizado por el hombre.
SEGUNDA FILA: Transporte realizado mediante animales.
TERCERA FILA: Uso de las corrientes, los vientos y la gravedad como medios de propulsión.
ABAJO: Cuatro etapas en el desarrollo de la rueda.



Máquinas de Vapor que Marchan sobre Rieles

Disminuir los efectos de la fricción ha sido siempre uno de los grandes problemas para el transporte por tierra. Las ruedas lo solucionaron, en parte, especialmente cuando los carreteros aprendieron a hacerles llantas con aros de hierro. Pero se necesitaba algo más: una superficie lisa para que las ruedas pudieran deslizarse.

Hasta hace poco más de un siglo, ni los mejores caminos mantenían su superficie dura y lisa durante mucho tiempo. Muy pronto se ponían barrocos, anegados y llenos de surcos. Pero por lo menos en una industria, en la cual grandes pesos debían moverse continuamente, los ingenieros encontraron la manera de resolver el problema. Desde el siglo xv muchas minas de carbón fueron equipadas con largos rieles paralelos, a lo largo de los cuales los hombres o caballos podían arrastrar fácilmente pesados vagones provistos de ruedas con pestaña.

Ciertos motores de vapor se hicieron por vez primera a fines del siglo xvii y comienzos del xviii, y entre los inventores estaban: Dionisio Papin, francés; Fernando Berbiest, flamenco, y dos ingleses, Savery y Newcomen. Pero casi todos los primitivos motores de vapor estaban destinados a hacer funcionar bombas y eran en cambio inapropiados para las locomotoras. Todos funcionaban por el principio de bombear vapor primero dentro de un cilindro, para expulsar el aire, y luego enfriarlo, de tal modo que se condensara en agua y dejara un vacío. La presión de la atmósfera exterior luego movía el cilindro, hacia abajo, y de este modo elevaba el otro extremo que, provisto de un recipiente, levantaba agua de un pozo o una mina anegada.

Jaime Watt mejoró el diseño del motor de vapor de Newcomen, conectándole un condensador. En lugar de tener que enfriar todo el cilindro, era necesario enfriar sólo el pequeño condensador. El motor de Watt no sólo ahorra

combustible, sino que funcionaba más velozmente que el de Newcomen —lo suficiente como para mantener una rueda girando. Pero todavía no era el más apropiado para impulsar una locomotora, porque un condensador requiere una constante provisión de agua fría.

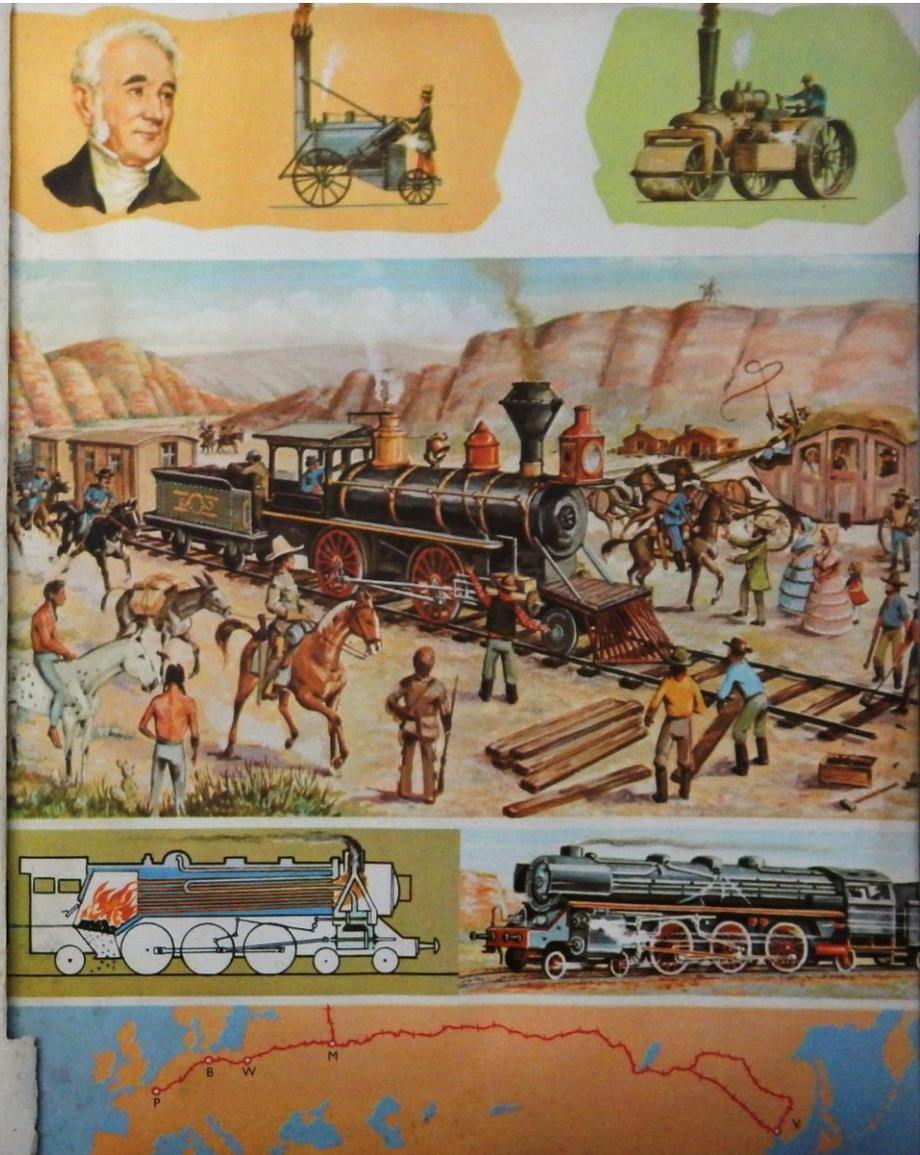
Watt mismo y hombres como Guillermo Murdock, que trabajaba con él en la fábrica Boulton, y Watt, en Birmingham, pronto advirtieron que la manera de mejorar sus motores era abandonar el uso de vapor condensado y utilizar directamente la presión del vapor. Bastante antes de fines del siglo xviii, pudieron construir motores en los cuales el vapor empujaba un extremo de un pistón y, cuando éste se movía, cerraba una válvula y abría otra, de manera que el vapor presionara contra su otro extremo, impulsándolo de vuelta otra vez.

Hacia 1802, Murdock y Ricardo Trevithick, un hombre con amplios conocimientos de los motores de vapor usados para bombear en minas de estaño en Inglaterra, habían hecho locomotoras realmente satisfactorias. (Una locomotora de vapor había sido construida 40 años antes por el francés Cugnot, pero ésta podía funcionar sólo durante un cuarto de hora y viajando a menos de 4,5 kilómetros por hora.) Un poco más tarde del triunfo de Murdock y Trevithick, muchos inventores crearon nuevas locomotoras, pero ninguna logró tanta fama como la "Rocket" (arriba, a la izquierda) de Jorge Stephenson, que en 1829 transportó carga a casi 45 kilómetros por hora.

Veinte años después, una red de ferrocarriles se extendió por toda Inglaterra, y mucho antes de terminar el siglo xix la mayor parte de los grandes sistemas ferroviarios eran ya realidad.

La ilustración del centro muestra una escena típica durante la construcción de uno de los grandes ferrocarriles transcontinentales que unen las costas este y oeste de América del Norte, y que aceleraron la colonización del lejano oeste estadounidense. El mapa de abajo nos muestra la ruta del Transiberiano, que une a Vladivostok con Moscú, recorriendo más de 8.000 kilómetros. Otros ferrocarriles conectan a Moscú con Varsovia, Berlín, París y otras capitales.

ARRIBA: Stephenson, su famosa "Rocket", y aplanadora de vapor construida bajo lineamientos similares.
CENTRO: Escena durante la construcción de uno de los ferrocarriles transcontinentales de América.
TERCERA FILA: El vapor impulsa una locomotora.
ABAJO: Ruta del ferrocarril transiberiano.



Los Rieles, Guías para el Transporte

Es casi seguro que cuando en las minas se instalaron rieles por primera vez, para que se deslizaran por ellos pesados vagones, se quiso, especialmente, disminuir la fricción y facilitar la tarea de acarreo. Pero al aparecer las locomotoras se hizo patente que los rieles adquirirían, a la brevedad, gran importancia. Es que son como guías para el tránsito que se desplaza a lo largo de ellos.

Es dudoso que muchos hubieran querido manejar pesados y veloces vehículos por los caminos de Inglaterra hace un siglo, aun en el caso de que la ley los hubiese permitido; pero no hubo inconveniente en hallar hombres dispuestos y hasta ansiosos de conducir trenes veloces por los rieles recientemente construidos. Siempre que las señales funcionaran bien y los desvíos fueran manejados correctamente, los rieles mismos evitaban casi todo peligro de colisión y el riesgo de que el conductor equivocara su camino.

Hoy se usan rieles como guías en muchas formas de transporte en pequeña escala o para cortas distancias donde sería difícil o demasiado oneroso emplear gente para manejar las cargas trasladadas.

El diagrama y la lámina (centro de la ilustración) nos muestran cómo se usan los rieles en la biblioteca de la Universidad de Friburgo, en Suiza. La biblioteca almacena sus libros en seis pisos diferentes y aquéllos deben estar disponibles tan pronto como sea posible para los estudiantes en la sala de lectura. Con el aumento gradual del número de los lectores, resultó casi imposible emplear tantos ayudantes para trasladar todos los libros requeridos, y así se inventó este nuevo modo de transporte interno.

En la sala de lectura misma hay un ascensor de seis compartimientos, cada uno correspondiente a un piso diferente de la biblioteca. Cuando un estudiante ha terminado con un libro, éste se coloca en el compartimiento correspondiente al piso donde se custodia. El ascensor automáticamente lo entrega al final de los rieles que conducen

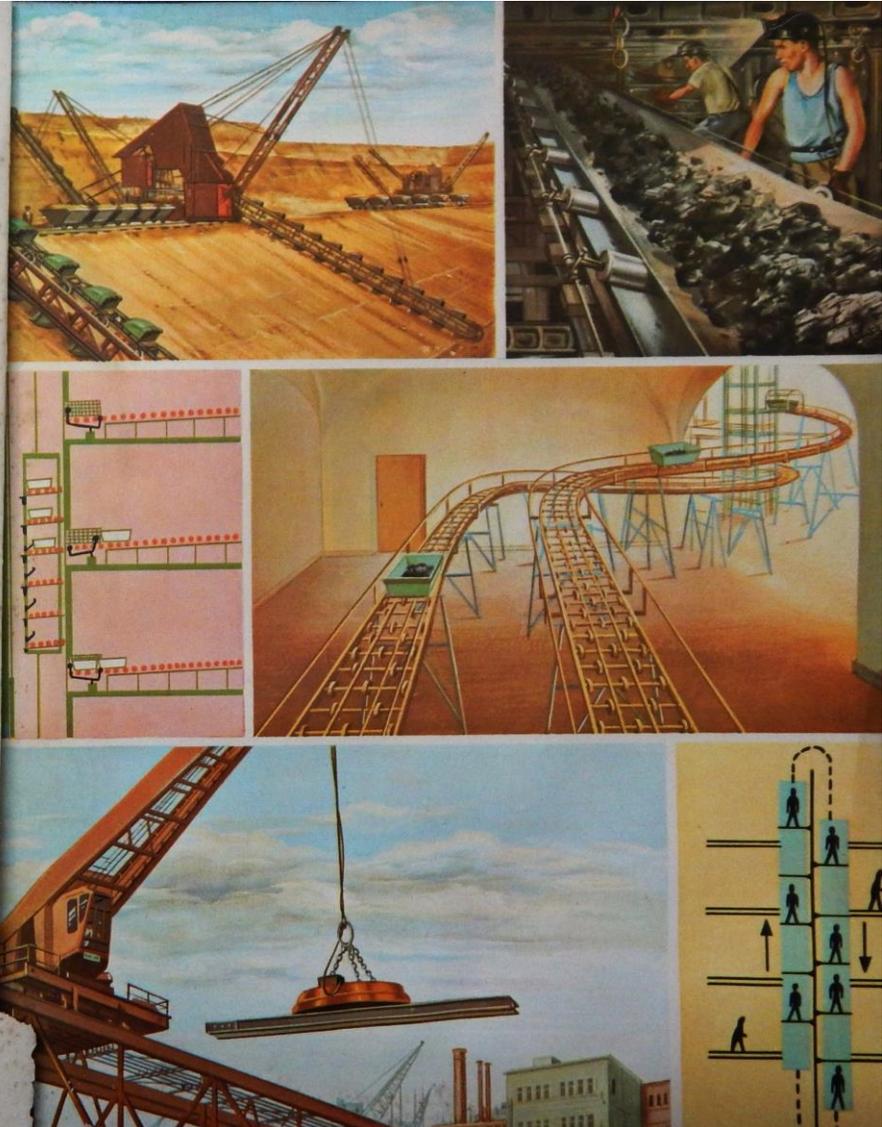
a ese piso y pequeñas cajas lo transportan el resto del camino. Nuevos libros se envían a la sala de lectura del mismo modo. De esta manera se pueden distribuir cien libros por hora desde o hacia cada piso.

Un sistema de transporte por rieles mucho más intrincado funciona en el ferrocarril del Correo que realiza un trayecto de unos 10 kilómetros a unos 20 metros debajo de las calles de Londres. Todos los días 40 pequeños trenes eléctricos, sin conductores o guardas, transportan un promedio de 45.000 bolsas de correspondencia por su doble vía de trocha de 60 centímetros. Aun en esta era electrónica es difícil imaginar cómo un sistema de transporte tan eficiente pudiera ser dirigido por control remoto, sin la ayuda de rieles que guíen los vehículos.

La cinta transportadora que vemos en la figura de arriba a la derecha se basa en una extensión del principio del riel. La cinta sin fin es de goma muy dura, y se mantiene en movimiento por una serie de pequeños rodillos de hierro montados entre un largo par de rieles paralelos. Los rodillos giran accionados por un motor eléctrico. En muchas minas los antiguos vagones se han reemplazado por cintas transportadoras de este tipo que acarrear el carbón a los elevadores. A veces el carbón es cribado o graduado según el tamaño, mientras se mueve la cinta transportadora. La introducción de este notable artificio en las minas de carbón no sólo ahorra mucho tiempo y trabajo pesado, sino que resulta más seguro. Las cintas transportadoras se usan no sólo en las minas de carbón, sino en casi todas las industrias que exigen constante movimiento de materiales pesados, tales como arena, arcilla o ladrillos.

La figura de arriba a la izquierda muestra cómo se usan los rieles para guiar los numerosos cucharones de una máquina semejante a una draga, con la que se excava la arcilla para fabricar ladrillos. La figura de abajo a la izquierda muestra una grúa electromagnética montada sobre rieles y el diagrama siguiente muestra un ascensor lento del cual los pasajeros pueden ascender o descender en cualquier piso sin necesidad de detenerlo.

Cinco métodos de mover cosas: excavando arcilla, moviendo carbón, distribuyendo libros en una biblioteca, descargando vigas, y transportando pasajeros en un ascensor continuo. Todos los métodos hacen uso de rieles, aun el ascensor es guiado por rieles en su pasadizo.



Puente Grúa y Línea de Montaje

Una figura en la página anterior muestra una grúa electromagnética que levanta una pesada viga. Si pensamos sólo en las inmensas cantidades de hierro y acero que se usan ahora diariamente, nos daremos cuenta de que sólo un sistema de transporte altamente desarrollado podría realizar la tarea de cargarlas, descargarlas y moverlas de un lugar a otro.

Hace 50 ó 60 años sólo unas pocas familias acaudaladas poseían automóvil y era raro el hogar que podía enorgullecerse de tener una heladera. Nadie soñaba en la existencia de máquinas de lavar, con secado por medio de centrifugado. Hoy, empero, casi todas las familias tienen por lo menos una de estas cosas y muchas las poseen todas. Cada uno de estos artículos establece una demanda en la industria del hierro y el acero, y en cada etapa de la producción, desde la extracción del mineral de hierro y del carbón que van a los altos hornos, hasta la entrega del artículo terminado, hay necesidad de transporte eficiente.

La mitad superior de la página de enfrente muestra un método de acelerar el transporte de pesadas cargas, tales como el mineral de hierro y el carbón. No tendría sentido construir barcos de carga veloces si éstos tuvieran que pasarse la mayor parte del tiempo en el puerto para cargar y descargar. De manera que hoy muchos puertos están equipados con gigantescos puentes grúas, como los del grabado (arriba, derecha). La ilustración del centro (izquierda) muestra cómo la base del puente grúa está montada sobre rieles, de modo que todo el puente puede moverse a lo largo del muelle. En el grabado (arriba), vemos cómo poderosos guinchos móviles se trasladan sobre el puente por medio de rieles. Estas dos clases de movimientos combinados significan que los guinchos pueden colocarse rápidamente encima de la bodega de un barco, en cualquier parte del dique.

En algunos diques, cuatro o cinco puentes grúas pueden estar ocupados simultáneamente en descargar dos y hasta tres barcos. Cada puente puede

mover hasta 400 toneladas de carga por hora.

Durante la manufactura de muchos artículos de hierro y acero, otro sistema especial de transporte se usa a menudo para eliminar los movimientos de cargas pesadas y acelerar la producción. Las ilustraciones de abajo, muestran cómo funciona ese sistema en una moderna planta de automóviles.

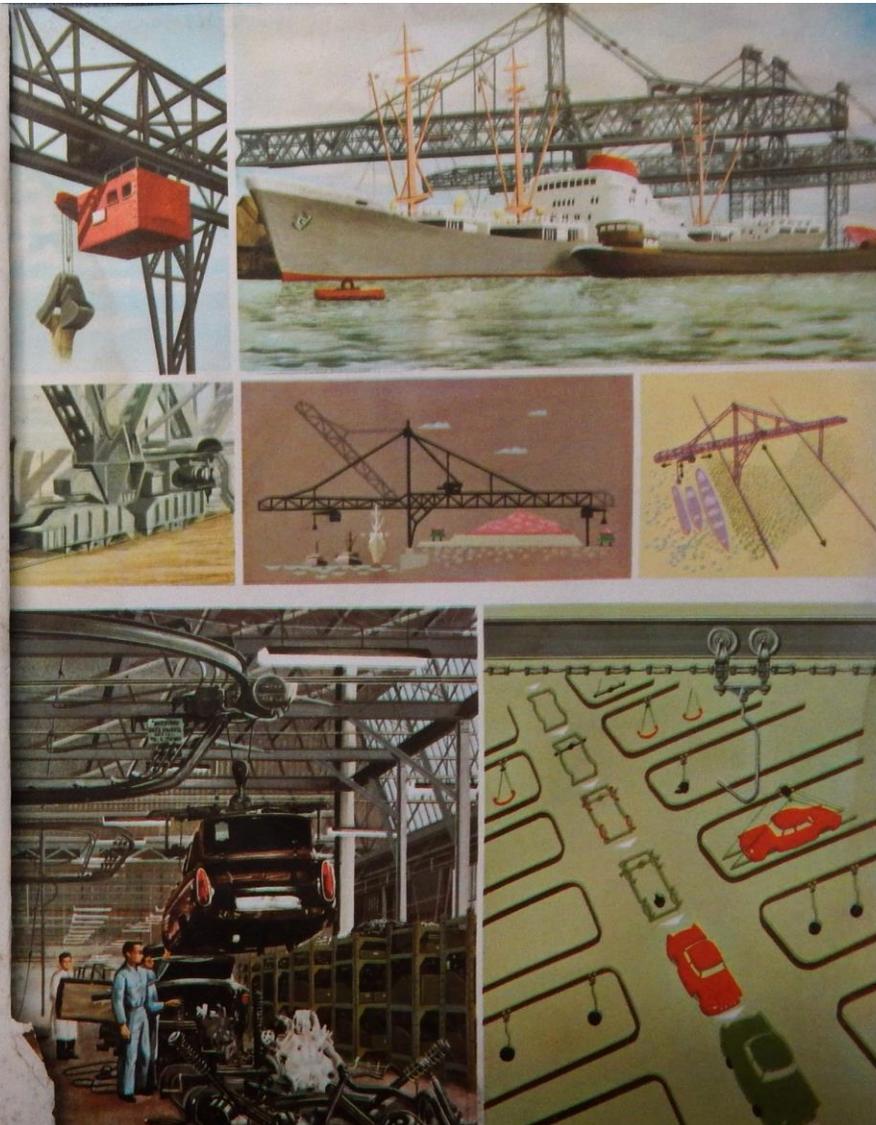
El sistema fue introducido por Enrique Ford por primera vez a comienzos de siglo. Su idea fue descomponer el proceso entero de fabricación de automóviles en muchas operaciones relativamente simples, y encargar cada operación a un hombre, o a un pequeño grupo. Pensó que si a cada hombre se le suministraban las herramientas mejores y más modernas, pronto llegaría a dominar a la perfección su trabajo.

Estaba en lo cierto. Su método no sólo redundó en mayor producción y trabajo mejor terminado, sino que también disminuyó la fatiga de los obreros. Pero todo esto se pudo realizar sólo moviendo los automóviles a la velocidad justa, de un obrero a otro, en cada etapa de la producción de aquéllos.

Hoy, en muchas fábricas, el automóvil comienza su trayecto por la línea de montaje, desde el momento en que se ensamblan las partes principales que forman la carrocería. En la primera etapa se colocan las puertas y se pulen los paneles. Luego se pulen las chapas de metal y se eliminan todas las asperezas. La carrocería pasa ahora por un túnel donde la pintura de base se aplica por sopleteado y luego es endurecida por horneado sobre el metal. Después de secar, la carrocería recibe una capa de laca y ya la atención pasa al interior.

Los electricistas se ocupan en los cables y en instalar todo el equipo eléctrico. Luego, después de terminarse el tapizado, se monta el coche sobre el chasis y se coloca el motor. Más adelante, en la línea de montaje, se adaptan los neumáticos a las ruedas y, finalmente, se llena el tanque de nafta.

ARRIBA, DERECHA: Puentes grúas en un puerto moderno.
ARRIBA, IZQUIERDA: Cómo se mueve la grúa a lo largo del puente.
CENTRO, IZQUIERDA: Cómo se mueve el puente a lo largo del muelle.
CENTRO, DERECHA: Cómo los movimientos combinados dan a la grúa fácil acceso a las bodegas de los barcos.
ABAJO: Transporte para la producción rápida en una fábrica de automóviles.



Tuberías para el Transporte de Energía

Cuando pensamos en el transporte, invariablemente pensamos en vehículos. Pero, en realidad, vastas cantidades de materiales ahora se trasladan de un lugar a otro sin ayuda de vehículos, a través de tuberías. Solamente en Inglaterra, cientos de millones de litros de agua recorren diariamente el trayecto entre los depósitos de agua y los hogares o fábricas a través de cañerías; millones de toneladas de aguas servidas y de albañal son transportadas a través de cañerías; y también cada pueblo tiene su propia gigantesca red de tuberías para conducir el gas para calefacción o iluminación.

El alumbrado con gas, de tipo muy primitivo, data desde más de dos mil años, cuando en ciertas partes de China se juntaba gas natural en cueros de animales, luego se pinchaban los cueros y se encendía el gas que escapaba. Mucho más tarde, en el siglo XVII, mucha gente, en varias partes de Europa, aprendió a producir gas inflamable calentando carbón en un recipiente cerrado: Juan Tardin, francés, lo hizo ya en 1618; Tomás Shirley, en 1659, y Dean Clayton hacia 1690. Pero todos éstos, y muchos otros, no hicieron más que encender el gas en el punto donde se producía.

En 1792 Guillermo Murdock, un empleado de Boulton, y Watt, el primer fabricante de la máquina de vapor, logró iluminar su casa y oficinas en Redruth (Cornualles) llevando gas de carbón a través de tuberías a cada habitación. A los diez años había instalado una planta de iluminación con gas para la fábrica de Boulton y Watt, en Birmingham, y en 1802 el público vio el exterior de los talleres iluminados por luz de gas en honor de la paz de Amiens. La nueva planta de iluminación de Murdock pronto demostró su valor. El costo de la iluminación de la fábrica con velas había sido de 2.000 libras esterlinas por año. El costo de iluminarla más brillantemente con gas era de sólo 600 libras esterlinas por año.

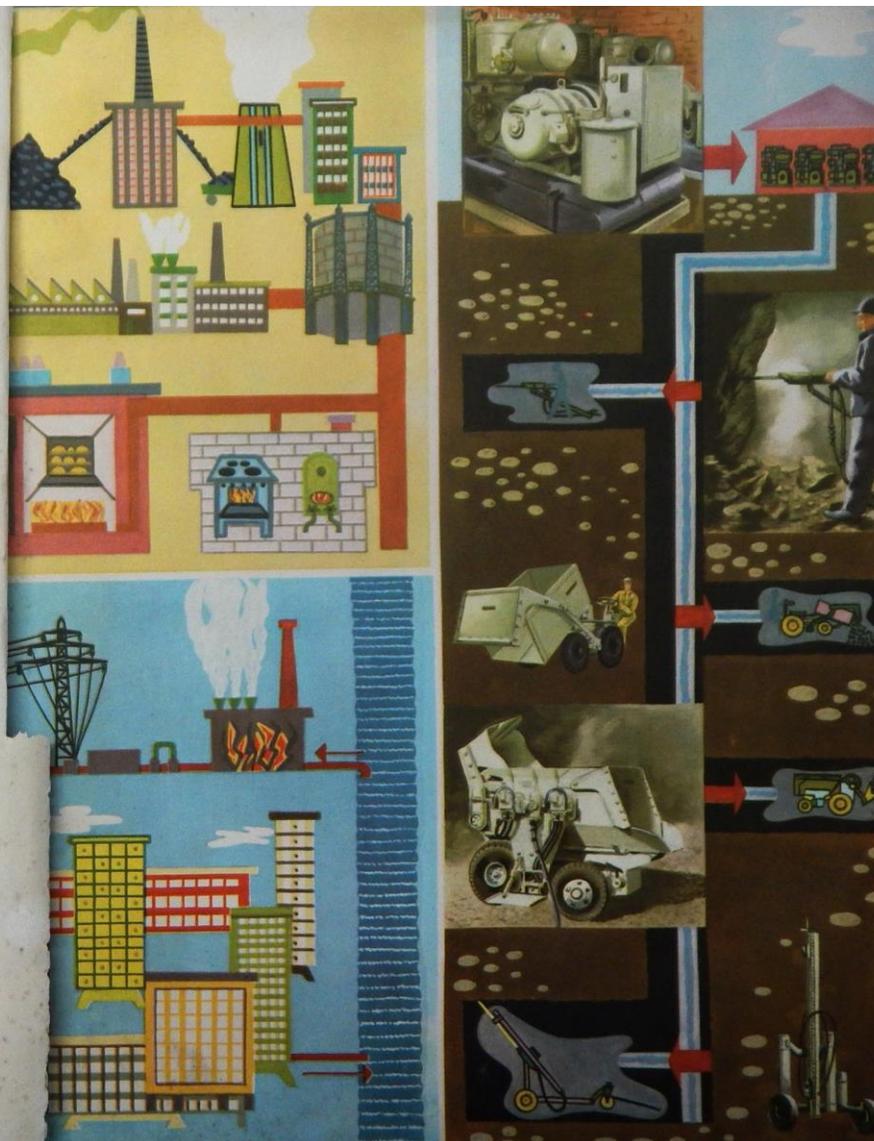
Hoy, después que el gas se produce y purifica en las usinas, se almacena a alta presión en gigantescos gasómetros. Esta alta presión inicial lo impulsa a través de grandes tuberías principales, y en varios puntos a lo largo de la red de tuberías menores se instalan reguladores para asegurar una presión constante.

Una clase de gas, completamente diferente, es también conducido a través de tuberías para suministrar energía para muchos fines industriales. Es aire común comprimido. La ilustración (arriba, derecha) muestra la clase de aparato usado para comprimir aire en un pozo de mina. El resto del grabado indica cómo este aire comprimido se conduce a través de tuberías y suministra energía para los taladros, maquinaria de perforar, y aun pequeños vehículos, ubicados profundamente en la mina. Muchas de las tuberías se hacen de goma, de modo que las máquinas conectadas a ellas están libres para moverse. El aire comprimido reduce grandemente el riesgo de explosiones en las minas, ya que no hay peligro de chispas.

El diagrama de abajo (izquierda) muestra cómo úsanse las tuberías para que circule agua caliente, que torna confortables los diversos sitios de una usina moderna. En una usina de esta clase, el carbón se quema para convertir el agua en vapor, y este vapor, a alta presión, hace girar las turbinas de los generadores. Al hacer girar las turbinas, va entregando su presión, su temperatura baja y se condensa en forma de agua caliente. Algo de ésta puede llevarse de vuelta a las calderas para su recalentamiento; el resto puede usarse para calentar los edificios de la usina, ahorrando combustible de esta manera.

Las cañerías también sirven como medio de transporte en muchos sistemas familiares de calefacción. Muy a menudo la caldera está detrás de la chimenea de una habitación de la planta baja. Cuando el agua se calienta dentro de ella y se hace más liviana, sube por una cañería que va al tanque de agua caliente, cerca de la parte alta de la casa. El agua fría, para reemplazarla, baja por otra cañería.

ARRIBA, IZQUIERDA: Cómo el gas va desde las usinas hasta casas y fábricas.
DERECHA: Aire, comprimido en la cabecera de la mina, corre a través de cañerías para hacer funcionar máquinas debajo de tierra.
ABAJO, IZQUIERDA: Tuberías que llevan agua caliente a todas partes en una usina.



Conducción de la Electricidad a la Distancia

Forma de energía importantísima es la eléctrica, y su conducción crea un gran problema.

Actualmente hay dos clases de usinas: esas cuyas dinamos funcionan por el vapor producido al quemarse combustible sólido, y aquellas cuyas dinamos son movidas por agua que cae. Las primeras, naturalmente, se deben construir donde grandes cantidades de combustible se puedan entregar económicamente, sea en las orillas de un ancho río navegable, o cerca de yacimientos carboníferos. La segunda clase se puede construir sólo cerca de caídas de agua naturales y ríos de rápida corriente, o sitios donde es posible construir diques y crear lagos artificiales. El problema consiste en conducir la electricidad de estos lugares a distantes pueblos y aldeas.

Los generadores de una usina producen grandes corrientes a relativamente baja presión (alto amperaje y bajo voltaje). Tales corrientes pueden ser conducidas sólo por cables enormemente gruesos, y el costo de gruesos cables de cobre para conectar las usinas con pueblos distantes sería tremendo, porque el cobre es caro y porque habría que colocar los pesados cables bajo tierra. Afortunadamente, hay un modo de resolver esto.

La mayoría de las usinas producen hoy corrientes alternadas—corrientes cuyo voltaje oscila rápidamente—y el amperaje y el voltaje de estas corrientes se puede modificar con facilidad. En un transformador cercano a la usina, la corriente de alto amperaje y bajo voltaje pasa por una bobina de alambre de cobre grueso, y produce una corriente de bajo amperaje y alto voltaje en una bobina adyacente de cable mucho más delgado. Esta corriente de alto voltaje se puede conducir económicamente muchas millas a través de delgados cables colocados a cierta altura. Cerca del pueblo donde ha de usarse, otros transformadores la cambian en una corriente de bajo voltaje y amperaje más alto.

Cada usina, por grande que sea, puede pro-

ducir sólo una cantidad limitada de energía eléctrica por hora, y no puede almacenar fácilmente lo que produce. Sin embargo la demanda de electricidad varía grandemente de una estación a otra y hasta de una hora a otra. Si nubarrones de tormenta repentinamente oscurecen el cielo de mediodía en una gran ciudad como Londres o Nueva York, un millón de luces eléctricas se podrán encender en un minuto. En países como Noruega, donde la mayoría de los generadores eléctricos son movidos por turbinas hidráulicas que aprovechan caídas de agua, la demanda de electricidad es mayor en invierno, justamente cuando los ríos están helados y el fluir del agua se ha reducido. Por suerte, como la electricidad se puede conducir sin mucho gasto, ahora es posible que una usina ayude a otra.

La mitad superior de la página de enfrente muestra una manera de hacer esto. El negro es para la usina de combustible sólido, el azul para una gran usina hidroeléctrica, y el verdoso para una más pequeña, que obtiene el agua de un depósito. Los otros colores muestran varios usos de la electricidad: gris para la industria, castaño para uso doméstico y verde para el bombeado.

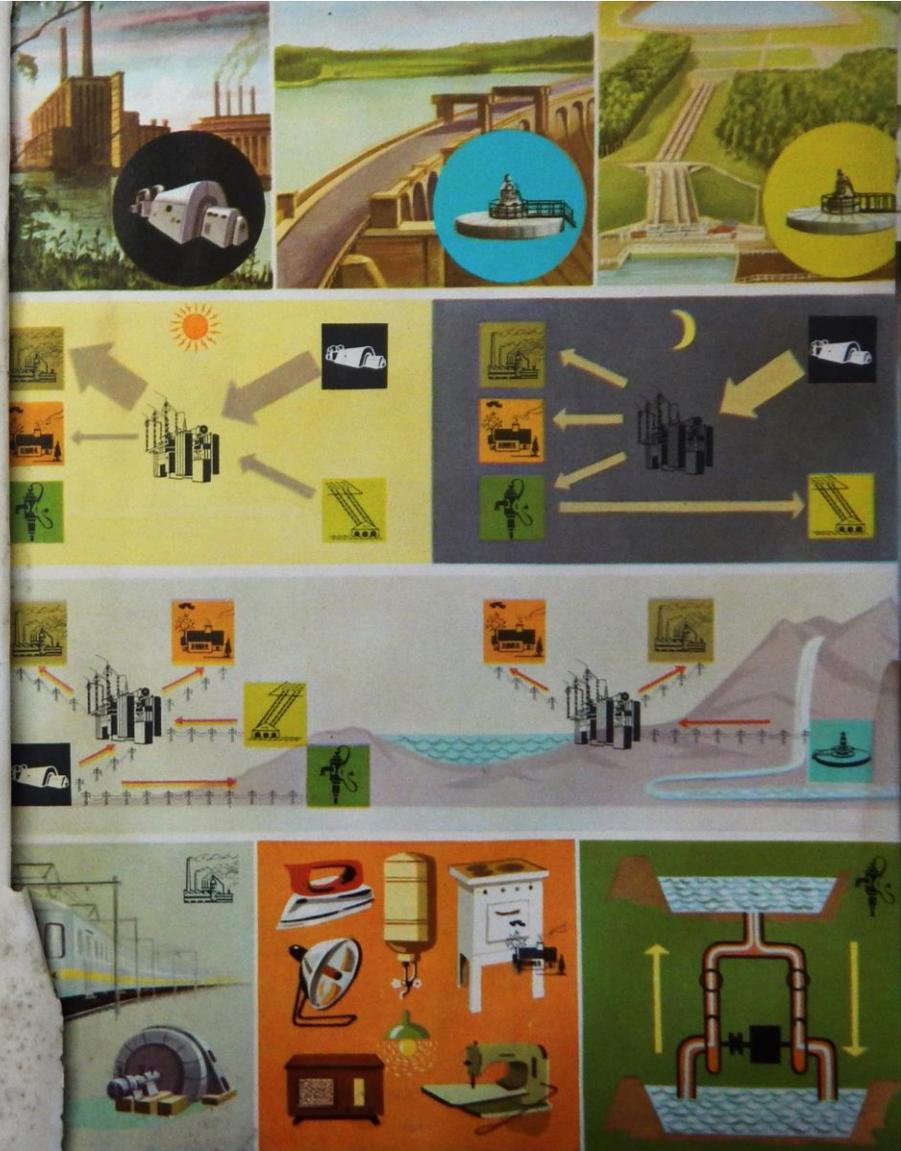
Durante el día, la usina de combustible sólido y la pequeña usina hidroeléctrica se combinan para suministrar grandes cantidades de electricidad para la industria y un poco para uso doméstico. A la noche (grabado siguiente), algo más de electricidad se necesita en las casas, pero mucho menos en la industria. La usina de combustible sólido puede satisfacer por sí sola esas demandas y también proveer de electricidad para bombear. Las bombas elevan el agua al depósito cercano a la pequeña usina, de modo que para la mañana siguiente esté lista una vez más para ayudar a la usina de combustible sólido. La tercera fila de enfrente muestra los tipos de distritos geográficos, en los cuales las tres clases de usina se construyen preferentemente, y las demandas que cada clase ha de satisfacer.

ARRIBA: Usinas operadas por combustible sólido (negro), agua de un gran lago artificial (azul) y agua de un depósito (verdoso).

ABAJO: Usos de la electricidad en la industria (gris), hogares (castaño) y para el bombeado (verde).

SEGUNDA FILA: Muestra cómo se pueden ayudar entre sí las diferentes usinas.

TERCERA FILA: Muestra dónde es más probable que se construya cada clase de usina.



La Era del Automóvil

Para mediados del siglo XIX, los rieles habían demostrado su utilidad en los muchos miles de ferrocarriles recién construidos. Pronto se tendieron rieles de tranvías a lo largo de las calles principales de muchas ciudades, para que fuera fácil y seguro arrastrar estos grandes vehículos por medio de caballos. Luego, alrededor de 1900, cuando las usinas surgían por todas partes, los tranvías arrastrados por caballos eran gradualmente reemplazados por tranvías eléctricos. Por un tiempo se dio por seguro que la futura suerte del transporte dependería del desarrollo de vehículos de vapor o electricidad, construidos para deslizarse sobre rieles.

Pero otra diferente evolución en el transporte tuvo lugar en la misma época, y pronto resultó ser aún más importante. Fue la que, a los pocos años, inauguró la era del automóvil.

Desde fines del siglo XVIII en adelante, varios inventores jugaron con la idea de hacer motores en los cuales la combustión se realizara dentro del cilindro. Se quería evitar el desperdicio de energía; pero se logró poco éxito, por dos razones principales. Era difícil encontrar un combustible que entrara en combustión sin dejar ceniza u hollín que obstruyera el cilindro. Era igualmente difícil descubrir cómo encender el combustible en un espacio completamente cerrado.

Dos inventores alemanes, Nicolás Otto y Teófilo Daimler, fueron los primeros en resolver ambos problemas satisfactoriamente. Advertieron que si usaban un combustible altamente inflamable en forma de vapor, lo podrían encender, dentro de un cilindro cerrado, por medio de la chispa eléctrica, y ardería sin producir ceniza ni hollín. Al principio, en 1883, usaron alcohol; pero pronto lo cambiaron por nafta, que era mucho más barata.

El principio del motor de combustión interna no es difícil de comprender. Al primer tiempo, el pistón se mueve hacia abajo, aspirando una mezcla de aire y nafta vaporizada a la parte superior del cilindro. Al segundo tiempo el pistón se levanta de nuevo, comprimiendo fuertemente

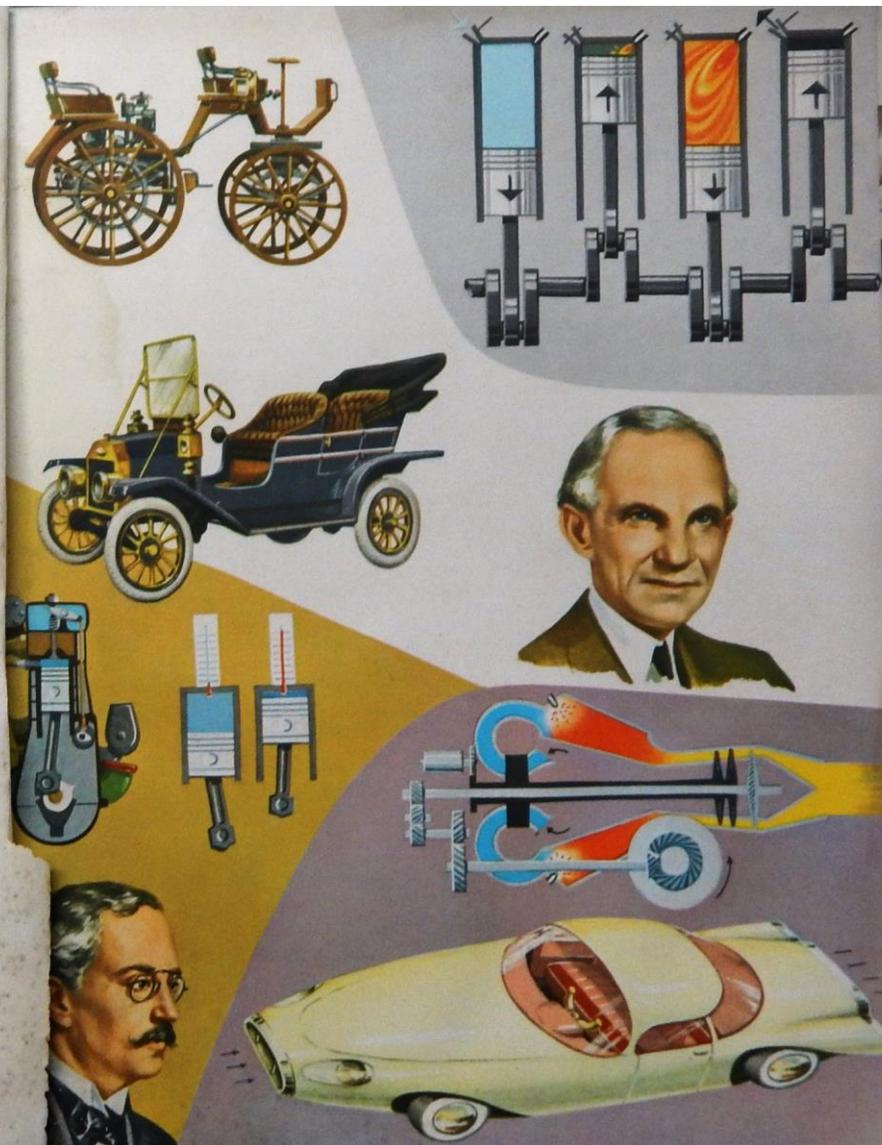
la mezcla. Al tercer tiempo, que es el realmente activo, una chispa eléctrica enciende el aire y la nafta, de manera que éstos se queman y producen una gran presión de gas, que empuja el pistón otra vez hacia abajo. Al cuarto tiempo, o escape, el pistón se levanta nuevamente y expulsa los gases usados. Un automóvil, generalmente, tiene varios cilindros, cada uno de los cuales cumple una función distinta a su debido tiempo, y todos los cuales funcionan conjuntamente como un equipo. Los movimientos alternativos de los pistones, se transforman en movimientos de rotación de las ruedas por medio del cigüeñal.

Poco después que Otto y Daimler obtuvieron su éxito, Carlos Benz, un inventor alemán, pudo producir y vender los primeros vehículos movidos por un motor de combustión interna, capaces de desarrollar una velocidad aproximada de 15 km. por hora. Pero, antes de terminar el siglo XIX, Daimler estaba produciendo automóviles mucho más veloces y poderosos con motores mucho más ligeros. En 1903, Enrique Ford empezó la producción en masa de automóviles y, al reducir los costos de producción, pudo venderlos a un precio mucho más bajo de lo que jamás se hiciera antes. Comenzaba la era del automóvil para todos.

Veinte años antes de que Ford abriera su primera fábrica, Rodolfo Diesel había patentado un motor de combustión interna, diferente del inventado por Otto y Daimler. En vez de usar una chispa eléctrica para encender el combustible, empleó el calor producido por el pistón durante la compresión. Los motores Diesel en uso en la actualidad, en barcos así como en ómnibus y otros vehículos pesados, deben mucho no sólo a la idea original de Diesel, sino también a la labor de sucesivos inventores, especialmente Herberto Akroyd-Stuart, que registró una nueva patente por su invención en 1890.

En aviación, los motores de chorro están reemplazando rápidamente a los motores de pistón, y ya los departamentos de investigación de varias fábricas de motores han producido modelos de automóviles equipados con motores de chorro.

ARRIBA: El primer automóvil de Daimler y tres tiempos de un motor de cuatro tiempos.
CENTRO: Ford y un automóvil Ford primitivo.
ABAJO, IZQUIERDA: Diesel y el principio del motor Diesel.
ABAJO, DERECHA: Motor de chorro y modelo de automóvil con motor de chorro.



El Tráfico de los Mares

Para el transporte por tierra, hasta hace menos de dos siglos, el hombre dependía de la fuerza de los músculos casi enteramente. En el agua ha estado usando la fuerza del viento hace miles de años. Sin embargo, aunque el mundo ha tenido buenos barcos y excelentes marineros todo ese tiempo, sólo en los últimos cinco siglos el hombre ha cruzado los mares abiertos. La mayor parte de las rutas marinas de los tiempos antiguos se reducían a las aguas rodeadas de tierra del Mediterráneo. Sólo rara vez un barco se aventuraba al norte, a lo largo de la costa occidental de Europa, a recoger un cargamento de estaño de Cornualles, o hacia el sur, a lo largo de la costa occidental de África, en busca de especias.

Aun mil años después de los tiempos romanos, cuando el imperio árabe estaba en su apogeo, los viajes más largos por mares abiertos cubrían sólo los pocos centenares de millas desde el golfo de Aden hasta la costa occidental de la India. La mayoría de los marineros aún preferían viajar teniendo a la vista las costas conocidas, donde nunca les preocupaba el problema de averiguar la latitud y la longitud, y donde podían hacerse de provisiones frescas cuando las necesitaban.

Lo extraño no es que las primeras travesías por los grandes océanos se demoraran tanto, sino que se hicieran tan pronto. Porque al finalizar el siglo xv, cuando Colón cruzó el Atlántico por primera vez y Vasco de Gama por primera vez cruzó el océano Índico, los barcos eran apenas mejores de lo que habían sido en los siglos anteriores, y el problema de transportar provisiones en largos viajes no era más fácil. Es verdad que se había inventado la brújula, pero ésta no era todavía un instrumento en el que se pudiera confiar enteramente, porque nadie sabía la magnitud de las variaciones y desviaciones magnéticas en diferentes partes del mundo. No se había encontrado la manera de hallar la longitud geográfica en el mar, ni se inventó hasta trescientos años más tarde. Y, principalmente, porque un poder musulmán hostil poseía el Medio Oriente,

bloqueando las antiguas rutas comerciales a las Indias, hombres como Colón y Vasco de Gama emprendieron largos y peligrosos viajes en busca de nuevas rutas. Aunque a medida que pasaban los años progresaron los modelos de barcos y de instrumentos de navegación, las travesías de los océanos continuaron siendo peligrosas hasta el siglo xix. Porque los hombres dependían aún del viento para mover sus barcos, y el cruce del Atlántico podía tardar desde unas semanas hasta varios meses.

Al comienzo del siglo xix todo esto empezó a cambiar rápidamente. En 1807 Roberto Fulton botó un barco de vapor, el "Clermont", sobre el río Hudson (América del Norte). En la década de 1820 navegaban vapores en el Firth of Clyde y en otras aguas costeras. En 1835, vapores de ruedas cruzaron el Atlántico por primera vez, y a los pocos años ya se había establecido un servicio regular. Pronto los cascos de madera de los barcos se enchaparon con hierro, y para 1870 muchos vapores de ruedas se reemplazaron por buques de hélice. En los primeros años de nuestro siglo, se botaron los primeros barcos de turbina, invento de sir Carlos Algernon Parsons, y hoy la mayoría de los grandes buques que atraviesan los océanos son propulsados con motor.

El grabado de la izquierda (enfrente) muestra uno de los grandes paquebotos de pasajeros que ahora cruzan los océanos regularmente, con seguridad y estrictamente a horario. Los diagramas de abajo indican cómo se destina el espacio de sus diferentes cubiertas. El amarillo muestra el puente, el verde las salas de lectura, el castaño el salón, el malva los bares, el azul la piscina de natación, el gris los comedores, el anaranjado las cabinas, el negro la sección de la tripulación, y el rojo el servicio.

Las otras ilustraciones (arriba, a la derecha), muestran un vapor de carga y pasajeros y cómo el espacio está distribuido: rojo, servicios; malva, bodegas; azul, comodidades para pasajeros. El grabado de abajo (derecha), muestra un buque petrolero, y los diagramas de arriba, cómo el almacenar el petróleo en muchos compartimientos disminuye el rolido y el cabeceo.

IZQUIERDA: Vapor moderno y clave indicadora de cómo se usa el espacio.
ARRIBA, DERECHA: Barco de carga y pasajeros, con clave similar.
ABAJO, DERECHA: Buque petrolero y cómo su carga se almacena para disminuir el cabeceo y el rolido.



Maravillosos Viajes de Embarcaciones Atómicas

Desde el comienzo, los barcos de vapor tuvieron ventajas obvias sobre los barcos de vela. Por ser menos dependientes de los vientos favorables o adversos, cumplían mejor los horarios establecidos y nunca se quedaban encalmados.

Sin embargo los primeros vapores tenían también algunas desventajas. A mediados del siglo XIX, el arte de construir barcos de vela llegó a su máxima perfección, y los mejores de los elegantes cliperes, construidos sobre el Clyde o en los astilleros de Boston, podían mantener una velocidad de 15 a 18 nudos en la mayoría de los viajes largos. En cambio los desgarrados y anchos vapores de ruedas rara vez podían viajar mucho más rápido que de 10 a 12 nudos. También los barcos de vela estaban en el mar tanto tiempo como sus provisiones lo permitieran, que podía ser varios meses; pero los vapores habían de permanecer en el mar solamente tanto como durara la provisión de carbón para las calderas.

A medida que la hélice reemplazó a la rueda de paletas, los vapores pronto aumentaron su velocidad, en parte porque la hélice era más eficiente que la rueda de paletas, en parte porque los barcos con hélice poseían un mejor perfil hidrodinámico y en parte también porque, en el interin, se habían perfeccionado los motores.

Y a medida que los vapores se hicieron más y más veloces, obtuvieron cargamentos cada vez más abundantes y valiosos. Para fines del siglo pasado, ya transportaban más del 80 % de todos los cargamentos, y los barcos de vela menos del 20 %. Luego, en los primeros años del siglo, se introdujeron las turbinas de vapor, y dieron a los barcos aún mayor ventaja en velocidad.

Así, el vapor había ganado la batalla de la velocidad; pero las velas eran todavía dueñas del cetro en la lucha de los barcos para ver cuál podía permanecer más tiempo en el mar. La línea blanca en el diagrama (arriba, izquierda) muestra la distancia máxima que un vapor po-

día recorrer antes de verse obligado a hacer escala para abastecerse de combustible —unos 10.000 kilómetros. Pero, hace más de 50 años, comenzaron a botarse barcos de una clase diferente, provistos no de máquinas de vapor, sino de motores de combustión interna para mover la hélice. La línea blanca en el segundo diagrama (izquierda) muestra cuánto pueden viajar los mejores barcos de motor modernos sin reabastecerse de combustible —hasta 30.000 kilómetros. Ahora, en nuestra época, el uso de reactores atómicos ha abierto la posibilidad de construir barcos capaces de navegar muchas veces alrededor del mundo sin reabastecerse.

Aunque los hombres de ciencia habían resuelto el problema de dominar la energía atómica con propósitos pacíficos pocos años después de la segunda guerra mundial, se tardó mucho más en producir un pequeño reactor apropiado para dar energía a un barco, y asegurarse de que se podría instalar sin exponer a la tripulación al peligro de la radiactividad. Así que hasta enero de 1955 el primer barco de energía atómica, el submarino americano "Nautilus", no hizo su primer viaje de prueba. Sin embargo, en los años subsiguientes, un buen número de barcos atómicos comenzaron a circular.

Tres de estos barcos se ven enfrente. El viaje más notable del "Nautilus", que aparece en la ilustración de arriba, se hizo debajo de la capa de hielo que cubre el polo norte. El viaje demandó gran coraje, pues se pensaba que no se podría salir a la superficie hasta pasar el otro cabo de la capa de hielo. Pero el "Skate" lo hizo exactamente en el polo norte geográfico.

La figura del centro (derecha) muestra otro submarino atómico norteamericano, el "George Washington", que puede hacer viajes larguísimo y disparar proyectiles "Polaris" sin subir a la superficie.

El rompehielos ruso "Lenin", en la ilustración de abajo, puede navegar durante dos años sin reabastecerse de combustible. El diagrama del centro muestra cómo usa su propio peso para despejar un camino a través del hielo.

IZQUIERDA: Las líneas blancas indican hasta dónde pueden llegar un vapor, un barco de motor y un barco atómico sin reabastecerse de combustible.
DERECHA: Tres famosos barcos atómicos: el "Nautilus", el "George Washington" y el "Lenin".
CENTRO: Cómo un rompehielos despeja una ruta a través del hielo.



Atajos entre Océanos

Por más que un barco pueda navegar durante largo tiempo, no tiene sentido prolongar un viaje más de lo estrictamente necesario, porque cuanto más demore en transportar pasajeros o carga, menos se ganará. En unas partes del mundo la naturaleza ha colocado angostas fajas de tierra, que unen dos grandes masas, también de tierra; pero que constituyen barreras entre dos mares u océanos. Hasta épocas bastante recientes, algunas de aquéllas obligaban a las embarcaciones a hacer largos rodeos.

El más dificultoso, por miles de años, fue el istmo de Suez, que une África con Asia y al mismo tiempo separa el Mediterráneo del mar Rojo. Ya en el siglo XIV a. J. C., dos faraones egipcios, Seti I y Ramsés II, emprendieron la construcción de un canal que uniera el Mediterráneo con el mar Rojo; pero sus excavaciones pronto se llenaron de arena y el proyecto fracasó. Otros intentos no tuvieron más éxito hasta que un gran ingeniero francés, Fernando de Lesseps, emprendió la tarea. El 17 de noviembre de 1869, después de 10 años de trabajo, se completó el canal de Suez y una procesión de 55 barcos partió del Mediterráneo en el primer viaje directo al mar Rojo.

Las ilustraciones de arriba muestran la escena el día de la inauguración, luego cómo el canal acorta las rutas marítimas y, finalmente, el curso que sigue. Esta maravillosa hazaña de ingeniería ha acortado los viajes del mar del Norte a Bombay en un 44 % y de Europa a Japón en un 25 %. La distancia desde Port Said, en el norte, hasta Suez, en el sur, es de 150 kilómetros. El canal de navegación tiene casi 60 metros de ancho y la profundidad mínima de agua es de 10 metros. La ruta aprovecha tres lagos naturales: el lago Timsah (1), el Gran Lago Amargo (2), y el Pequeño Lago Amargo (3).

Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, se descubrió una barrera aún peor para la navegación: el istmo de Panamá, situado entre Norte y Sudamérica. Cuando los navíos que navegaban de Europa al Perú se acercaban a las Indias Occidentales, estaban a 4.500 kilómetros de su destino, a vuelo de pájaro; pero esta angosta faja de tierra los obligaba a hacer un viaje de muchos miles de kilómetros alrededor del famoso y peligroso cabo de Hornos.

Aunque el istmo de Panamá era aún más angosto que el istmo de Suez, abrir un canal fue todavía más difícil allí, por la naturaleza montañosa de la región, y sólo en 1914 el canal de Panamá quedó terminado y abierto a la navegación. Tiene 75 kilómetros de largo, y el canal navegable un promedio de más de 150 metros de ancho y una profundidad mínima de 12 metros. El mapa de la segunda fila (enfrente) muestra cómo se han acortado las rutas marítimas, mientras que los diagramas más pequeños indican las diferentes alturas del terreno que atraviesa y la ruta que sigue del Atlántico (A.) al Pacífico (P.). (Si miramos el atlas, notaremos que la entrada del Atlántico, por sorprendente que parezca, está al oeste de la entrada del Pacífico.)

La figura de la derecha muestra una de las grandes esclusas que levantan o bajan los barcos a diferentes niveles en su pasaje a través del canal.

Las figuras de abajo se refieren al canal más recientemente abierto, de los grandes del mundo: el St. Lawrence Seaway (canal del San Lorenzo), que une los Grandes Lagos con el río San Lorenzo, de manera que los barcos pueden navegar desde el Atlántico hasta el corazón de Canadá o los Estados Unidos. En el mapa de la derecha, la W. representa el canal Welland, la N. las cataratas del Niágara, y la E. la cuenca de Eisenhower. El diagrama de abajo muestra cómo las vías de agua que une el canal tienen nivel diferente. La zona rodeada por una curva, en el mapa de la derecha, se ve agrandada a la izquierda. S.T. representa la represa de San Lorenzo; L.S., la represa de Salto Largo; E., la cuenca de Eisenhower, y G., la cuenca del río Grass.

ARRIBA: El canal de Suez, cómo acorta las rutas marítimas y el curso que sigue.
CENTRO: Mapas similares para el canal de Panamá y vista de una de sus esclusas.
ABAJO: Mapas y diagrama del St. Lawrence Seaway.



Combustible para la Fuerza Motriz

En la actualidad, al pensar en los viajes por mar, por aire, por ferrocarril o por carretera, pensamos, por lo común, en medios de transporte que dependen del petróleo o de otras formas de aceite mineral para su fuerza motriz. Sin embargo, hace poco más de un siglo casi no se habían realizado perforaciones en la corteza de la tierra para llegar a los vastos yacimientos de petróleo que allí existen. Ciertamente es mucho tiempo antes en ciertas partes de la China se extraía petróleo de la tierra, haciendo perforaciones por medio de ruedas dentadas movidas por bueyes; pero esto se hacía sólo en algunas regiones y en muy pequeña escala.

La moderna explotación del petróleo no comenzó hasta 1859, cuando el coronel Drake, realizando perforaciones en los montes Alleghany con aparatos mucho mejores que los utilizados hasta entonces, logró extraer petróleo de una gran profundidad. Durante algunos años no hubo mucha demanda de esta nueva forma de riqueza mineral. Pero en 1883, Otto y Daimler inventaron el motor de cuatro tiempos. Pocos años más tarde, aparecieron los primeros motores Diesel, y, en 1903, Enrique Ford comenzó la producción en masa de automóviles. Desde entonces la demanda aumentó, con un ritmo siempre creciente. En 1900 la producción mundial era de menos de 34.000 toneladas; en 1956 estaba cercana a los 655 millones de toneladas y seguía aumentando rápidamente.

Hoy día los principales países productores de petróleo son los Estados Unidos, Venezuela y U.R.S.S., seguidos por los Estados árabes, Canadá y México. Europa consume alrededor de la tercera parte de la producción mundial anual y los Estados Unidos todavía más, de manera que, a pesar de ser un gran productor, este país tiene que importar grandes cantidades de petróleo de Venezuela.

La mayor parte de los yacimientos petrolíferos del mundo están lejos de las grandes regiones industriales, donde el petróleo se necesita

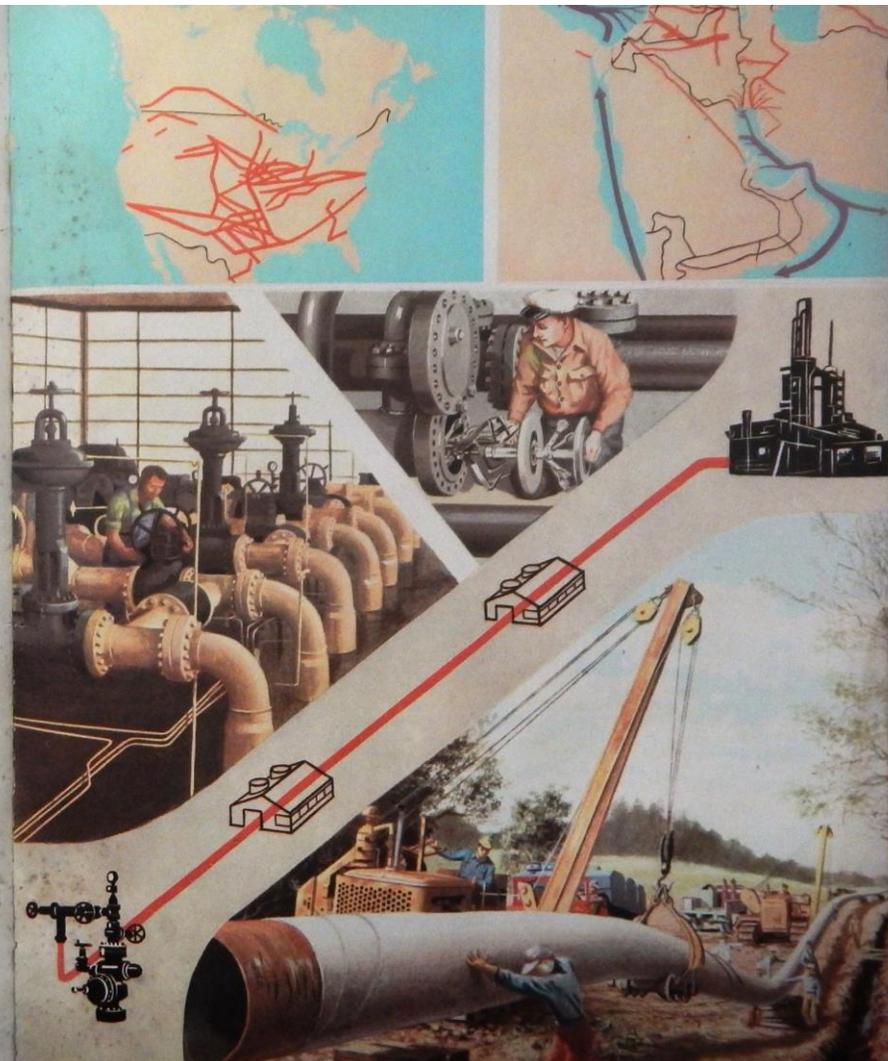
más, y esto produce un tremendo problema de transporte. Podemos deducir la magnitud de este problema si observamos que la cuarta parte del tonelaje marítimo mundial —unos 45 millones de toneladas— consiste en barcos petroleros. Pero los buques no pueden realizar la tarea de trasladar el petróleo desde los yacimientos petrolíferos hasta la refinería o el puerto más cercano. Esto se ejecuta principalmente con la ayuda de gigantescas tuberías u oleoductos.

Es curioso que los chinos, los primeros en usar el petróleo, fueron también los primeros en usar tuberías. Hace muchos siglos ellos hicieron angostos tubos de bambú para transportar agua a las ciudades. Pero los oleoductos de hoy llegan a tener unos 0,76 metros de diámetro, y algunos se extienden por miles de kilómetros. Los Estados Unidos tienen más kilómetros de oleoductos que de vías férreas —más de 387.000 kilómetros en total—. Colocados uno a continuación del otro darían casi diez vueltas alrededor del mundo siguiendo la línea del ecuador. El oleoducto de Medio Oriente, que es probablemente el segundo del mundo, transporta unos 170.000 toneladas de petróleo anualmente a los puertos del Mediterráneo y cantidades menores a los puertos del Mar Rojo.

En algunos de los primitivos oleoductos, el flujo del petróleo dependía enteramente de la fuerza de la gravedad. El petróleo era elevado a cierta altura y luego se lo dejaba fluir con cierto suave declive durante todo su trayecto. Pero actualmente bombas poderosas mantienen el petróleo fluyendo a un ritmo lento pero constante, y ya no es necesario que las tuberías tengan un declive. En muchos puntos a lo largo de cada línea hay máquinas especiales para la limpieza no sólo de las partes móviles de las bombas sino también de las mismas tuberías.

Dado que los tipos más livianos de petróleo flotan por encima de los tipos más pesados, del mismo modo que la crema flota por sobre la leche, es posible separar el petróleo hasta cierto punto durante su recorrido a través de las tuberías. Los más livianos y los más pesados se pueden conducir a diferentes depósitos.

ARRIBA: Oleoductos principales de Estados Unidos y del Medio Oriente.
MEDIO: Estación de bombeo de un oleoducto y un dispositivo de limpieza.
ABAJO: Diagrama de un oleoducto y línea en el proceso de su instalación.



Todo el Mundo a Nuestro Alcance

El transporte por aire depende ahora casi enteramente del petróleo. Sin embargo, esto no fue siempre así. En realidad los viajes por aire comenzaron de un modo similar a los viajes por mar, aunque mucho más tarde. Los primeros navegantes usaban el principio de la flotación en el agua para contrarrestar el peso de sus embarcaciones, y la fuerza del viento para moverlas. Los primeros aviadores usaron la presión del aire para contrarrestar el peso de sus aviones, o sea la flotación, y el viento para moverlos.

Sólo a comienzos del siglo XVII Galileo demostró por primera vez que el aire pesa. Después de eso, fue posible creer que desde que las cosas más livianas que el agua flotan en el agua, las cosas más livianas que el aire podrían flotar en el aire. Es verdad que un barco común puede transportar cosas más pesadas que el agua, tales como hierro o plomo, pero el peso total del barco, su carga y el aire que está dentro de él, deben ser siempre menores que el peso de un volumen igual de agua. Así, luego del descubrimiento de Galileo, algunos hombres en lugares diversos empezaron a preguntarse si sería posible construir un aparato cuyo peso completo fuese menor que el peso de un volumen igual de aire.

En 1783 dos hermanos franceses, José y Jacobo Montgolfier, encontraron la primera respuesta. Construyeron un gran globo y lo unieron a una canasta (barquilla) lo bastante grande como para contenerlos a ambos. Calentaron el aire que estaba adentro del globo hasta ponerlo mucho más caliente y por lo tanto mucho más liviano que el aire de afuera, y a su debido tiempo el globo se elevó por el aire, llevándolos consigo. Algún tiempo después, los químicos aprendieron a preparar el hidrógeno, un gas muy liviano, y globos de seda llenos de hidrógeno se usaron entonces para las ascensiones. Pero los primitivos tripulantes no sabían guiarlos.

En 1906 un ilustre inventor alemán, el conde Zeppelin, construyó un globo de forma de cigarro equipado con un motor y que podía ser dirigido. Pero tres años antes dos hermanos es-

tadounidenses, Wilbur y Orville Wright, habían realizado ya el primer vuelo triunfal en una máquina más pesada que el aire; el primer aeroplano verdadero. Y aunque embarcaciones aéreas como la del conde Zeppelin se usaron hasta alrededor de 1930, las máquinas más pesadas que el aire pronto demostraron ser la verdadera clave para viajar por aire segura y velozmente.

Estas máquinas deben diseñarse de modo que el aire que fluye sobre las alas tenga que recorrer más camino que el que está debajo de las alas. Entonces, si el avión viaja a bastante velocidad, el aire que está debajo de las alas se comprime y el que está arriba se rarifica, empujando al avión hacia arriba desde abajo y tirándolo en dirección ascendente desde encima. A medida que las mejores máquinas aumentaban la velocidad de los aviones, hubo que usar mejores materiales y diseños para hacerlas lo bastante fuertes para resistir las altas velocidades.

El transporte aéreo todavía sufre de ciertas desventajas comparado con el de superficie. Es todavía, por lo común, más caro, y no puede afrontar aún tan bien como los barcos o trenes la tarea de trasladar cargas realmente voluminosas. Pero el transporte por aire tiene también enormes ventajas. Primero, es mucho más veloz; luego, es mucho más directo y disminuye muchos cambios o cargas y descargas; finalmente, acerca entre sí todas las partes del mundo.

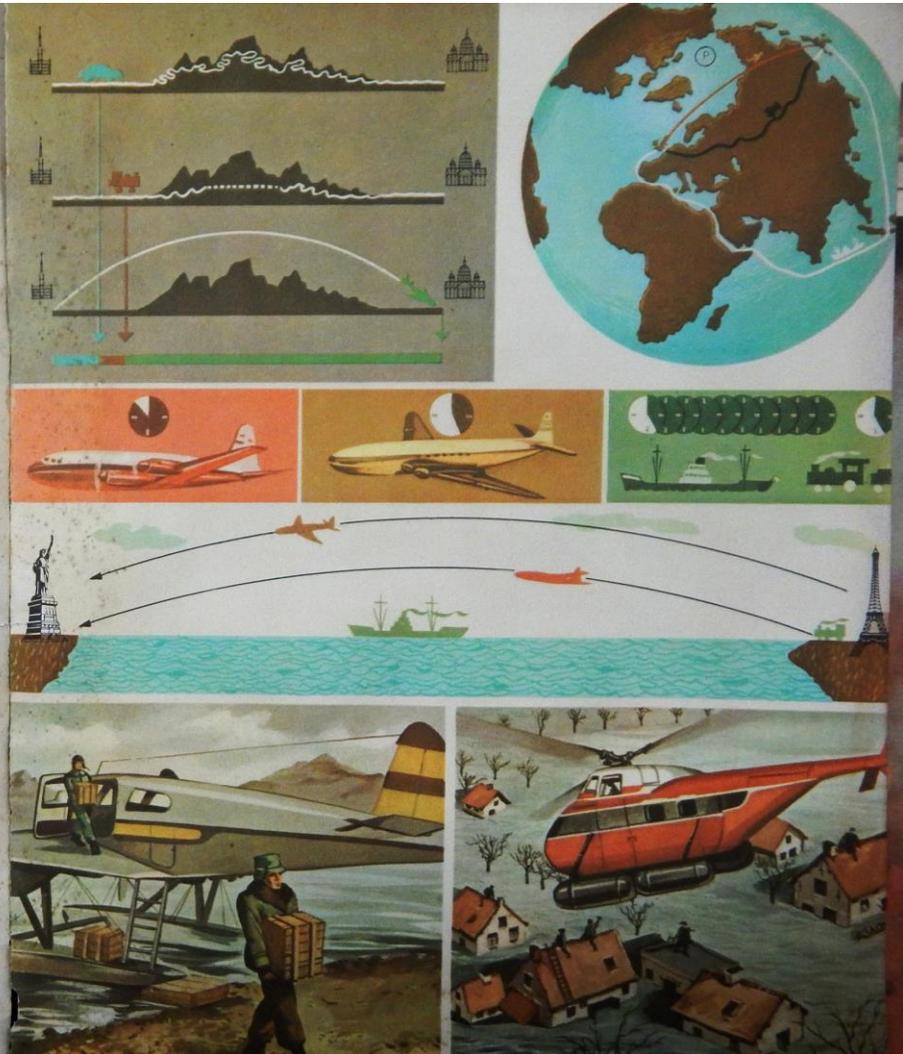
Las ilustraciones de arriba comparan las distancias en kilómetros entre Bruselas y Roma por carretera, por ferrocarril y por aire. Las tres líneas del mapa (arriba, a la derecha), configuran una comparación similar para el viaje de Londres a Tokio: el blanco indica la ruta marítima; el negro las rutas ferroviaria y marítima, y el rojo la ruta aérea. Los relojes, en los grabados del centro, comparan el tiempo que lleva viajar de París a Nueva York por mar, por avión con motor de pistón y por avión con motor de chorro. En las ilustraciones de abajo vemos cómo el aeroplano sirve a colonias aisladas y cómo el helicóptero auxilia a zonas inundadas.

ARRIBA, IZQUIERDA: Longitud de las rutas terrestre y aérea entre Bruselas y Roma.

ARRIBA, DERECHA: Comparación similar para las rutas que unen Londres y Tokio.

CENTRO: Tiempo que insume el viaje desde París a Nueva York, por mar, por avión de pistón y por avión de chorro.

ABAJO: Cómo los aviones y helicópteros son útiles para llegar a zonas aisladas.



Hacia otros Mundos

Antes de que los hermanos Montgolfier hicieran su primera ascensión, nadie se había elevado nunca más que unos pocos centímetros sobre la superficie terrestre. Un siglo y medio después, miles de aviadores volaban a varios kilómetros por sobre la tierra. Luego, una vez conquistado el aire, los hombres empezaron a soñar en viajar a través del espacio hacia otros mundos.

Al principio parecía que los viajes espaciales no serían, por mucho tiempo, más que un sueño, ya que los problemas que se debían vencer eran dificilísimos. Uno consistía en que todos los motores hasta entonces conocidos tenían que quemar necesariamente algún tipo de combustible, y es bien sabido que ninguno de éstos puede arder en el espacio vacío donde no hay oxígeno con qué combinarse. Otro era el de que todos los aparatos de vuelo inventados hasta ese momento necesitaban aire para volar.

Pero hay una antigua forma de vuelo que no necesita aire. Si desatamos el cuello de un globo de juguete inflado, éste siempre se desplazará en la dirección opuesta a la del aire que escapa de él. Esto, no ocurre porque el aire mencionado empuje el del exterior: es que el de adentro del globo presiona fuertemente contra el frente, por donde no puede salir, pero no contra la parte posterior, o cuello, por donde sí puede escapar. Esta diferencia de presión es la que impulsa al globo hacia el frente.

Durante la segunda guerra mundial inventores alemanes e ingleses produjeron aviones que usan un método similar de propulsión. Werner von Braun tuvo parte activa en la producción del arma alemana V-1 (arriba, a la derecha). De su motor grandes masas de gas escapaban en rápida sucesión de cortos estallidos. A cada estallido la presión era mayor hacia el frente del motor que hacia atrás, dando a la bomba V-1 un impulso hacia adelante. Mientras tanto, en Inglaterra, el capitán Whittle inventó el motor de chorro, en el que un chorro continuo de gas da un impulso ininterumpido hacia adelante. Motores de este tipo podrían funcionar en el espacio si no necesitaran combinar el oxígeno del aire con su combustible.

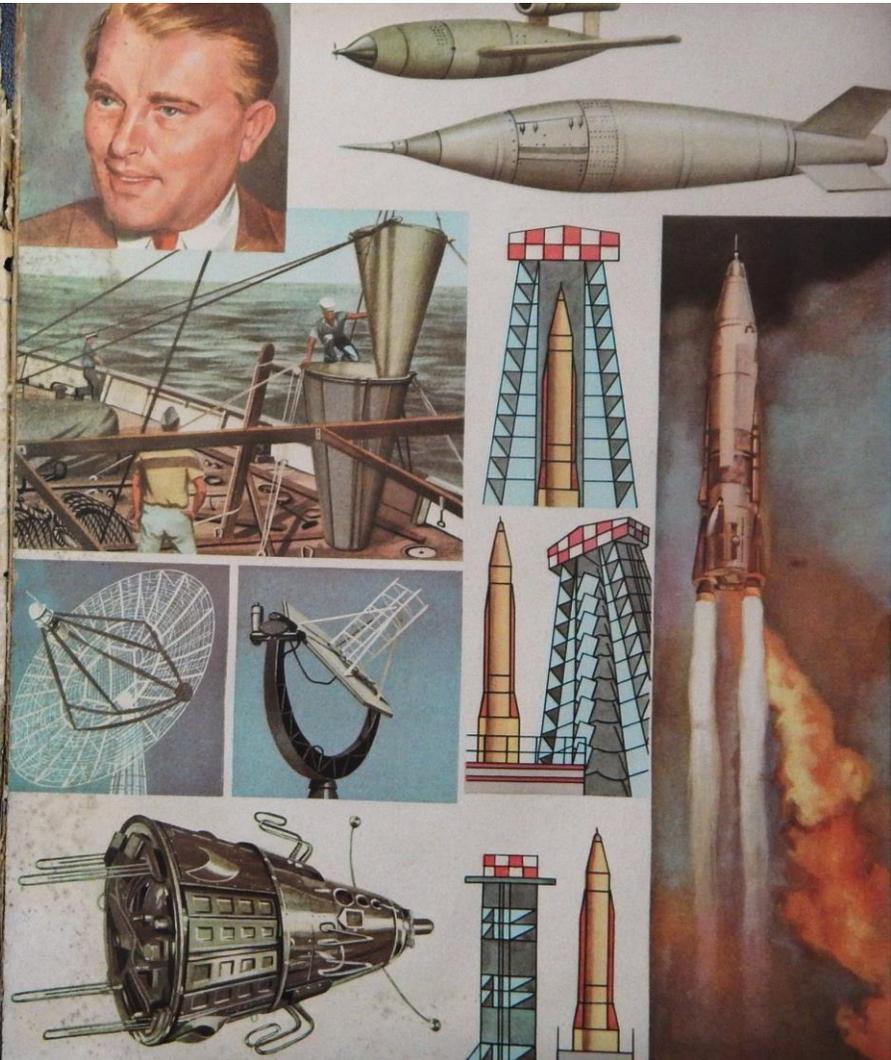
Afortunadamente, había todavía otra antigua forma de vuelo que usaba combustible pero no

necesitaba oxígeno del aire exterior. Era el cohete, usado por primera vez en la China hace centenares de años. En los primitivos cohetes el combustible era pólvora, y uno de los ingredientes de ésta —salitre— de por sí contiene bastante oxígeno como para permitir a los otros que ardan sin aire. Cuando el combustible arde dentro de un cohete, la presión es mayor al frente, donde los gases no pueden escapar, que atrás, donde pueden hacerlo, del mismo modo que ocurría en el globo de juguete que tenía el cuello abierto. De este modo, el cohete da la solución a ambos problemas del vuelo espacial.

Durante la segunda guerra mundial, científicos alemanes, incluyendo a Werner von Braun, produjeron cohetes capaces de volar cientos de kilómetros, en los cuales el combustible líquido ardía con el oxígeno que se había comprimido y almacenado en forma líquida. Uno de ellos, el famoso V-2, está representado en la lámina (arriba, derecha, la figura más grande).

Desde entonces los vuelos de cohetes se han desarrollado enormemente, especialmente en Estados Unidos de América y en Rusia. Muchos cohetes modernos constan de tres partes, y cada una de ellas añade su propia tremenda velocidad a la ya aportada por su predecesora. Con un cohete de este tipo los científicos rusos enviaron el primer satélite artificial de la Tierra, el Sputnik I, en octubre de 1957. Tanto Rusia como los Estados Unidos han enviado luego muchos más, y hacia fines de 1960 más de 30 circulaban alrededor de la Tierra. Un cohete ya ha hecho impacto en la Luna. Otro ha dado la vuelta alrededor de ella, tomando fotografías del lado hasta entonces nunca visto. Todavía otro se ha transformado en un diminuto planeta que gira alrededor del Sol. En abril de 1961 el astronauta ruso Yuri Gagarin surcó el espacio interplanetario dando un giro completo en 89 minutos alrededor de la Tierra, y en agosto del mismo año, otro cosmonauta ruso, Gherman Titov, dio 17 vueltas en torno a la Tierra en 25 horas 18 minutos. En febrero de 1962, el estadounidense John H. Glenn dio 3 vueltas alrededor de la Tierra en 4 horas 54 minutos.

ARRIBA: Von Braun, el V₁ y el V₂.
CENTRO, IZQUIERDA: Recuperando un cono en el mar; dos antenas usadas para ubicar cohetes.
ABAJO, IZQUIERDA: El satélite ruso más grande, el Sputnik III.
DERECHA: Lanzamiento de un gigantesco cohete espacial estadounidense.



Del Aguatero al Acueducto

Cualquiera sea la actividad del hombre que consideremos, siempre el agua ocupará una parte esencial en ella. Si observamos su búsqueda de energía comprobamos que la primera fuente natural de energía que dominó fue la de las corrientes y caídas de agua. Cuando pensamos en el hombre como agricultor vemos que una de sus tareas más importantes es asegurar que sus tierras estén bien irrigadas y desaguadas. Aun en el transporte vemos que los barcos que navegan en mares y ríos tienen un papel dominante.

Todo esto no es extraño, pues más de siete décimas de toda la superficie del globo está cubierta de agua hasta una profundidad media de unos 4 kilómetros. Si multiplicamos el número de kilómetros cuadrados que forman las siete décimas partes del globo terrestre por 4, comprobamos que nuestro planeta contiene más de 1.000 millones de kilómetros cúbicos de agua.

Sin embargo, excepto como ruta para los barcos y ambiente vital para los peces, la gran abundancia de agua en mares y océanos es de poca utilidad directa para el hombre. No la puede usar para calmar su sed y la de sus animales domésticos o para irrigar sus campos. Para todos estos propósitos debe conformarse con la cantidad mucho menor que pasa de la superficie de los océanos al aire como vapor de agua, luego corre por los aires en forma de nubes y cae como lluvia o nieve. Y aún de esta cantidad, relativamente pequeña, la mayor parte, y con mucho, busca su camino en los ríos y vuelve al mar antes que el hombre la haya usado.

Así, aunque en un sentido el agua es extraordinariamente abundante, en otro aspecto es excepcionalmente escasa. En muchas regiones cálidas y secas, incluyendo partes de España, Yugoslavia y África del Norte, la poca lluvia que cae sobre la tierra se cuele rápidamente a través de una capa muy gruesa de suelo poroso antes

de ser detenida por otra impermeable, de roca, profundamente situada por debajo de la superficie. En tales regiones es necesario perforar profundos pozos hasta la roca, y los aguateros que transportan la valiosa agua de estos pozos a aldeas distantes la pueden vender tan fácilmente como se venden helados, en otras partes, en un caluroso día de verano. Aun en clima como el nuestro, no es extraño para la gente que vive en distritos con pobre provisión de agua el recoger el agua de lluvia de los techos en barriles y usarla para cualquier fin en el que la absoluta pureza no sea realmente indispensable.

Pero en regiones donde las lluvias no son demasiado escasas y especialmente en las que tienen un subsuelo calcáreo, generalmente es posible asegurarse una provisión de agua constante cavando un pozo no muy profundo. El agua se puede elevar del pozo en baldes o, siempre que el nivel del agua (la napa) no esté a más de unos 10 metros bajo tierra, por medio de una simple bomba aspirante, como la que se ve en la lámina (segunda fila, a la derecha). En regiones muy secas, donde el nivel del agua puede estar mucho más profundo, o en cualquier parte donde un pozo tenga que proveer grandes cantidades de agua, se pueden usar bombas más poderosas (tercera fila).

A veces ocurre que el agua queda apresada profundamente bajo tierra entre dos capas de roca impermeable de forma de casquete. Perforando a través de la capa superior, cerca de su punto más bajo, donde hay gran presión de agua, es posible producir un pozo artesiano, como se ve en la ilustración (figura y diagrama de la segunda fila, a la izquierda). La presión causa un constante fluir de agua, que sube a la superficie.

Para proveer las vastas cantidades de agua que consumen grandes pueblos y ciudades, los pozos y fuentes no son suficientes. Los romanos fueron los primeros en dar una excelente solución al problema, cuando derivaron el agua abundante de los ríos y arroyos de montaña y la transportaron a pueblos distantes por medio de acueductos, como el que se representa en la lámina (abajo).

ARRIBA: Métodos para obtener agua donde ésta es escasa.
SEGUNDA FILA: Pozo artesiano y bomba aspirante.
TERCERA FILA: Bombas de motor para pozos profundos y para elevar agua a una torre de agua.
ABAJO: Acueducto romano.



Millones de Litros de Agua por Día

La tarea de suministrar agua potable a las poblaciones fue muy ardua ya en tiempos de los romanos, pero no lo era entonces casi nada si la comparamos con la de la actualidad. Primeramente, hay ahora muchos más pueblos y ciudades y, además de esto, no pocos de ellos son más grandes que las mayores ciudades de la antigüedad, porque los modernos métodos de transporte han capacitado a las zonas urbanas para crecer en una extensión antes imposible.

Lo que hace que el problema resulte aún más formidable es el hecho de que cada persona usa mucha más agua hoy, diariamente, que en tiempos pasados. Cuando la gente tenía que molestarse en obtener agua levantándola de los pozos, en baldes, cuidaba naturalmente mucho más de no derrocharla que nosotros que conseguimos toda la que deseamos con tan sólo abrir un grifo. Pero no son solamente el descuido y derroche los que han aumentado el consumo del agua. Otra causa importante es el continuo progreso del nivel medio de higiene.

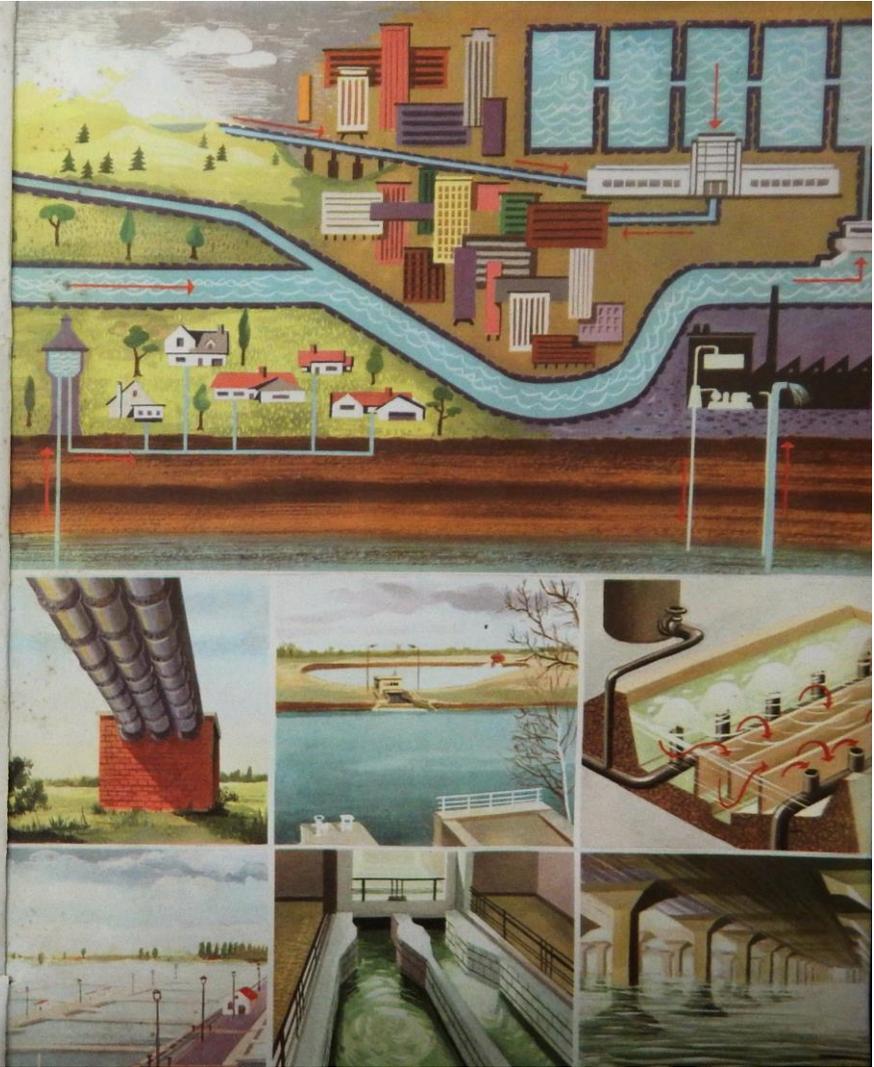
Hace 400 años no se habían inventado los inodoros y hace ciento existían exclusivamente en las casas de los ricos; hoy cada casa usa probablemente más de 50 litros diarios de agua en el lavatorio. Hace poco más de 400 años ni siquiera los palacios poseían cuarto de baño; sin embargo, actualmente, la gran mayoría de las familias de la clase trabajadora, en los países más adelantados, tiene cuarto de baño en su hogar, y cada una de ellas seguramente consume centenares de litros de agua por semana. Además, la industria moderna gasta agua en abundancia.

De manera que no es de extrañar que los 5 ó 10 litros de agua por persona que bastaban para las necesidades diarias de nuestros antecesores ya no sean suficientes hoy para nosotros. En la moderna Bruselas, cada persona usa un promedio

de 160 litros de agua diariamente. En Londres, la cantidad es de alrededor de 210 litros, en Estocolmo 245, en París 265 y en Nueva York llega a 440 litros. Aun la más pequeña de estas ciudades —Estocolmo— tiene una población de casi $\frac{3}{4}$ de millón de almas, lo cual significa que necesita unos 184 millones de litros diarios. Nueva York, con su enorme población y su elevado consumo de agua por persona, necesita algo más de 3.400 millones de litros. ¿De dónde proceden tan vastas cantidades de agua? Pocas veces están al alcance mismo del sitio en que se las necesita y muy frecuentemente deben ser obtenidas de ríos, lagos o fuentes distantes y transportadas por gigantescas cañerías a plantas de potabilización cercanas a la ciudad que las consume. Allí el agua ha de ser purificada y pasada a través de filtros. Estos consisten en tanques enormes, que contienen, generalmente, primero una capa de pedregullo y arena gruesa, y luego, encima de ésta, una de arena fina. La arena filtra la mayor parte de las impurezas sólidas, pero no deja el agua libre de bacterias. De modo que ésta pasa a continuación a depósitos donde la acción de la luz del sol y el aire contribuyen a destruir los microorganismos. Generalmente se agrega también cierta cantidad de cloro, que actúa como germicida. Cuando el agua está completamente purificada se la bombea a torres de agua, de modo que finalmente llegue a todas las casas de la ciudad con una presión uniforme.

Sólo en nuestro siglo el hombre ha tenido tan colosales exigencias de provisión de agua, y éstas nunca se hubieran satisfecho de no haberse tomado medidas para impedir que los ríos llevaran todo su caudal de agua al mar, como siempre. Hoy, a lo largo de los cursos superiores y medios de muchos grandes ríos, los ingenieros han construido vertederos para controlar la corriente del agua. De modo que, excepto en épocas de muy prolongada sequía, las autoridades encargadas del suministro de agua pueden casi siempre conservar la cantidad suficiente como para satisfacer las necesidades de las poblaciones.

ARRIBA: El agua es transportada a las plantas de potabilización, donde es purificada, bombeada a las torres y luego distribuida.
CENTRO: Acueducto moderno, depósito abierto y diagrama que muestra el principio de un método de filtración.
ABAJO: Filtros, canal subterráneo y depósito subterráneo.



Reteniendo Agua para la Producción de Energía

Hay todavía una razón más en la actualidad para construir diques y represas en los ríos: contener el agua de manera que se la pueda usar en un flujo constante y uniforme para producir energía hidroeléctrica.

Antiguamente, los habitantes de la Mesopotamia usaban ruedas de agua primitivas, accionadas por los ríos o arroyos, para obtener agua para la irrigación. Durante la Edad Media, en muchas partes de Europa se empezaron a usar ruedas mucho mejor ideadas para impulsar diversas clases de máquinas simples en los molinos. Cerca de las caídas de agua de poco caudal, en lugares montañosos, construyeron molinos equipados de ruedas con cangilones. Estas eran ruedas con paletas bastante livianas, que la fuerza del agua, al caer, hacía girar a considerable velocidad. Por medio de una serie de engranajes, cada uno con un número diferente de dientes, este veloz movimiento podía disminuirse a una velocidad apropiada para la lenta y pesada maquinaria colocada adentro del molino. Cerca de ríos anchos, en regiones llanas, construyeron molinos con ruedas y paletas de distinta disposición, movidas lentamente por la corriente. Por medio de una serie de engranajes, este lento movimiento podía acelerarse a la velocidad requerida.

Todo esto representaba un gran adelanto en la conquista de la energía hidráulica, pero conservaba aún dos enormes inconvenientes. Primero, se podía sólo hacer uso de la energía mecánica del agua en movimiento construyendo molinos en el lugar en que se encontraba y no donde era más conveniente hacerlo. Segundo, el natural flujo del agua variaba con las épocas y la cantidad de energía disponible variaba con ella. Después de lluvias prolongadas, en las caídas de agua y los ríos el caudal de agua llegaba al máximo y movía las ruedas a una velocidad excesiva, que amenazaba con destruirlos. Después de una sequía prolongada, las ruedas apenas giraban.

No hubo indicación alguna de cómo se podría subsanar el primer inconveniente, hasta comenzado el siglo XIX. Fue cuando el científico inglés Faraday descubrió que un imán que se movía rápidamente podía provocar el flujo de una corriente eléctrica a través de un cable. Aquí, entonces, había un medio de transformar energía mecánica —la clase de energía necesaria para mover el imán con rapidez— en energía eléctrica. En ese tiempo, cuando la era de la máquina de vapor llegaba a su punto más alto, la obvia manera de poner el imán en movimiento era usar un motor de vapor. De modo que los imanes de los generadores de las primitivas usinas que surgieron años más tarde se accionaban con vapor y así es como funcionan hoy la mayoría de los generadores.

Pero no hay nada que impida que los imanes de los generadores funcionen por las caídas de agua, y en efecto así es como se mueven en las modernas usinas hidroeléctricas. De este modo la energía mecánica del agua en movimiento se transforma en energía eléctrica, la cual puede ser transportada en cables hacia donde haga falta. En los hogares y fábricas de cualquier sitio esta energía eléctrica puede convertirse nuevamente en energía mecánica por medio de motores, en los cuales la corriente eléctrica pone en movimiento un imán.

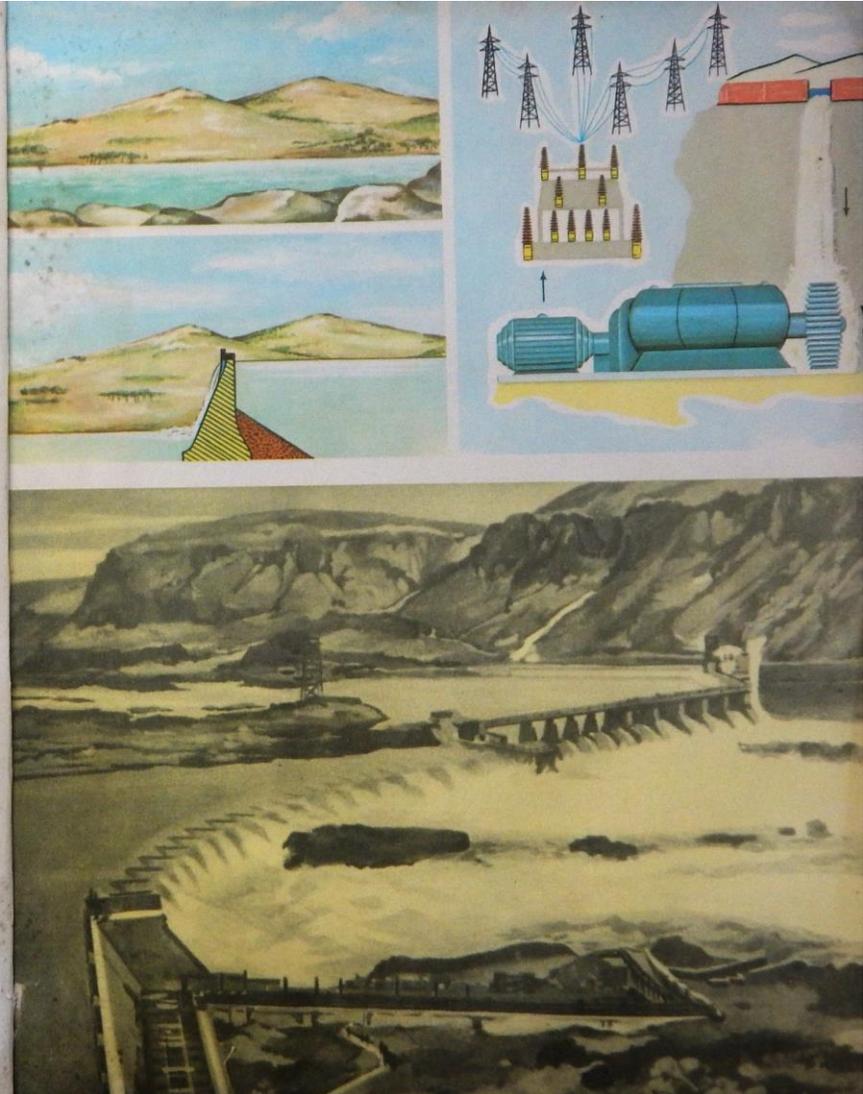
El otro problema era cómo asegurarse que el agua diera una producción de energía constante. Aquí surgió, precisamente, la necesidad de construir diques y represas. Cuando se construye un dique a través de un río, las aguas del curso superior son contenidas para formar un lago artificial. Este sirve como enorme depósito desde el cual se puede dejar correr el agua hacia los generadores, a través de cañerías o túneles, a una velocidad constante durante todo el año.

En terrenos montañosos, el agua que cae de grandes alturas hace girar veloces ruedas Pelton, no muy diferentes de las ruedas de antaño, para impulsar a los generadores. En terreno llano, un volumen mayor de agua que cae de una altura menor hace girar las ruedas de turbina, que se parecen también mucho a las de la Edad Media.

ARRIBA, IZQUIERDA: Formación de un lago artificial por medio de una presa.

ABAJO, IZQUIERDA: El flujo constante de agua de ese lago puede aprovecharse en las usinas.

ARRIBA, DERECHA: Cómo el agua, al caer, hace funcionar generadores que producen electricidad.



¿Qué Distancia? ¿Qué Cantidad? ¿Qué Tamaño?

Si a una fábrica de aviones se le solicita el diseño de un avión nuevo, una pregunta que deben formular es: "¿Hasta dónde debe volar sin reabastecerse de combustible?" Si a un contratista de transportes se le pide que traslade un cargamento de material de construcción, él debe preguntar: "¿Qué cantidad?" Si a un carpintero se le pide que haga una mesa, su pregunta será: "¿De qué tamaño?"

Todas estas preguntas deben ser contestadas en unidades fijas de medida, de modo que no haya posibilidad de error. El dibujante de aviones quiere la respuesta en millas o kilómetros; el contratista de transportes la quiere en toneladas o en yardas cúbicas o metros cúbicos; el carpintero en pies y pulgadas o en metros y centímetros. Hoy en día es fácil dar la contestación en esta forma, porque las unidades de medida están fijadas. Pero, ¿cómo las fijó el hombre en un principio?

La respuesta es que el hombre primitivo probablemente se preocupó, ante todo, sólo por medidas de longitud, y éstas las pudo fijar, aproximadamente, haciendo referencia a las medidas de su propio cuerpo. El agricultor neolítico que se disponía a construir una casa de barro o arcilla pudo haber calculado las dimensiones tal vez así: "El largo será de tantos pasos como los dedos de una mano, el ancho será de tantos pasos como manos y pies tengo y la altura será la del hombre más alto de la aldea; las paredes serán tan gruesas como el ancho de mi mano."

Las medidas de esta clase no eran muy precisas, pero tampoco lo era la construcción del hombre neolítico, de modo que eran suficientes para su objeto. En efecto, muchas unidades de medida basadas en las dimensiones naturales del cuerpo humano fueron usadas más tarde por pueblos altamente civilizados. Algunas utilizadas en el antiguo Egipto se ven en el grabado (arriba, a la izquierda): el dígito, o ancho de un

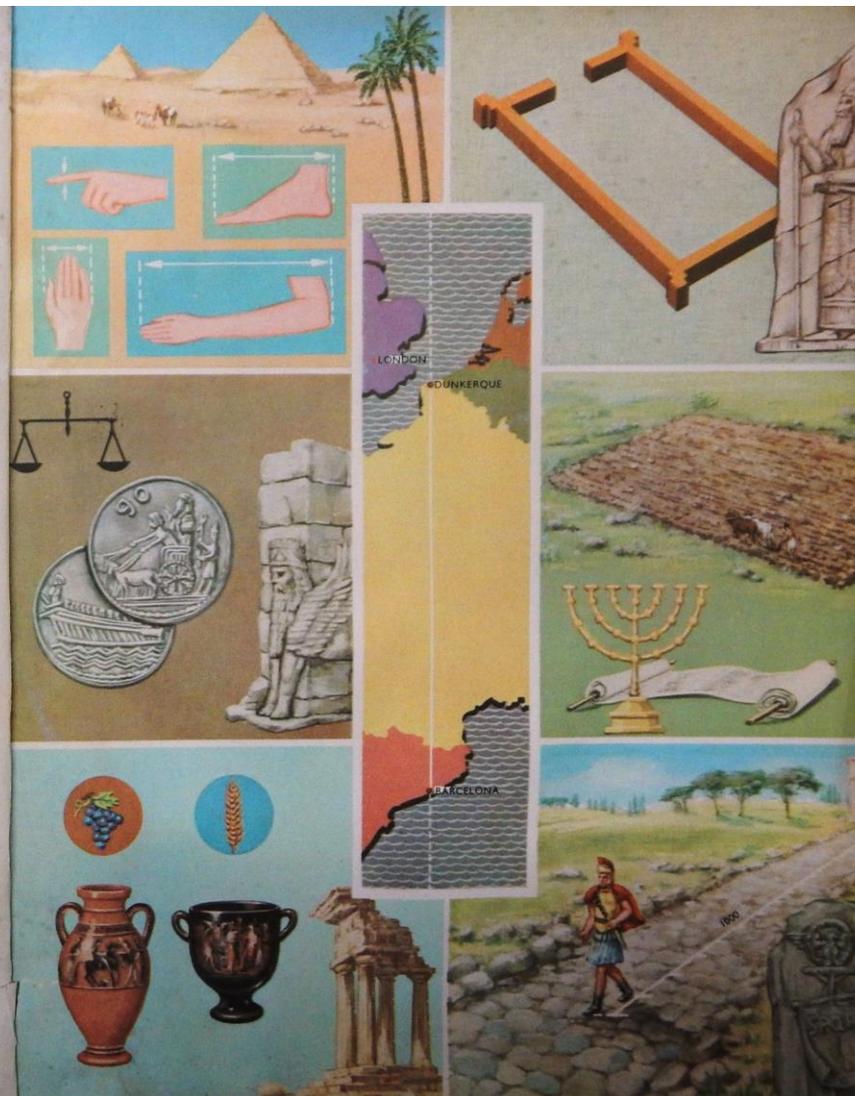
dedo; el palmo, o ancho de la mano: el pie, o largo desde la punta del dedo gordo hasta el talón; el codo, o largo desde la punta del dedo del medio hasta el codo. Mucho más tarde, los romanos midieron largas distancias en unidades de mil pasos: la "milla" romana.

Cuando la gente por primera vez hubo de medir superficies usó, a menudo, un cuadrado del mismo largo y ancho de alguna de las antiguas medidas del cuerpo. Los egipcios, por ejemplo, median a veces áreas en codos cuadrados. Pero estas unidades eran de poca utilidad para medir grandes superficies de tierra. Para este propósito, frecuentemente, se basaban en cálculos sobre el tiempo que se tardaba en arar. La unidad de medida judía, llamada *tsema*, está representada en la lámina (centro, a la derecha). Es el área que dos bueyes pueden arar en un día.

Sólo cuando comenzó el comercio en gran escala fue necesario tener unidades fijas de peso, volumen y valores monetarios. Algunos ejemplos primitivos de tales unidades se ven en los grabados (centro y abajo, a la izquierda). Uno representa monedas persas, que son simplemente discos de plata estampados con un diseño oficial como garantía de su peso; el otro, vasijas griegas de medida establecida, que servían para medir vino y granos.

Un inconveniente de todas estas primitivas unidades de medida era que variaban considerablemente de un lugar a otro, y este confuso estado de cosas continuó hasta bien entrado el siglo XVIII. Entonces dos franceses, Delambre y Méchain, tomaron la medida exacta de un arco de la circunferencia de la tierra, desde Dunkerque hasta Barcelona, con el cual pudieron calcular toda la circunferencia terrestre. En poco tiempo, con la ayuda de esa medida, Francia había adoptado un completo sistema de medidas, no sólo de longitud, sino también de superficie, volumen y peso y hasta de calor. Hoy ese sistema —llamado métrico decimal— es el que se emplea para cualquier clase de medidas en la mayoría de los países del mundo.

ARRIBA: Unidades egipcias de longitud y unidad asiria de medida de superficie.
SEGUNDA FILA: Monedas persas y medida de superficie judía.
ABAJO: Medidas de capacidad griegas y "milla" romana.
CENTRO: La medida de esta línea unificó los sistemas de medidas de casi todos los países del mundo.



La Medición en el Mundo Moderno

A comienzos del siglo XIX, Francia adoptó el metro como su nueva unidad básica de longitud. Se lo definió como una diezmilésima parte de un cuarto de la circunferencia de la tierra, y se decidió que las unidades más pequeñas o submúltiplos se harían tomando un décimo de un metro (decímetro), un centésimo de un metro (centímetro) y un milésimo de un metro (milímetro). Las unidades más grandes o múltiplos, eran el decámetro, el hectómetro y el kilómetro —diez, cien y mil metros, respectivamente.

De éstas, fue simple calcular medidas de superficie —centímetros cuadrados, metros cuadrados, etc.— y también medidas de volumen, tales como centímetros cúbicos y metros cúbicos. El paso siguiente fue calcular pesos relacionados con estas medidas. Esto se hizo tomando el peso de un centímetro cúbico de agua destilada a una temperatura de 4° C. (la temperatura a la cual el agua es más pesada) y llamando a este peso un gramo. Tomando la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de agua en 1° C., fue posible determinar una unidad de calor —la caloría. Fue también posible fijar una nueva unidad para medir la fuerza. Esta fue la dina, o la fuerza que, actuando sobre un gramo durante un segundo, produce una velocidad de un centímetro por segundo.

A medida que la ciencia progresa, aumenta sin cesar el número de diferentes cantidades a medir y la necesidad siempre creciente de medir las exactamente. Algunos sistemas de medición se muestran en la lámina.

El grabado (arriba, a la izquierda) muestra a un agrimensor midiendo la altura de una montaña con un teodolito, que es un instrumento para medir ángulos en dos planos, vertical y horizontal. Después de medir dos ángulos de un triángulo y el largo de uno de sus lados, las longitudes de los otros lados se pueden calcular por

trigonometría (arriba, a la derecha). Aquí el agrimensor desea saber la longitud del lado M.P., que es la altura de la montaña. Las reglas de la trigonometría se conocen desde hace más de dos mil años, y los teodolitos se usan desde hace varios siglos. Pero los progresos de la ingeniería han aportado teodolitos más exactos, y así los agrimensores pueden hacer hoy mediciones más perfectas que nunca.

La ilustración (centro, a la derecha) nos muestra a un piloto con los controles de muchos instrumentos ante él, y los diagramas (centro, a la izquierda) a dos de ellos. El primero ejemplifica cómo se mide la velocidad del avión. Un tubo curvado, abierto por un extremo, está colocado sobre el ala del avión, orientado hacia adelante. Cuando más rápido vuela el avión, es más grande la presión del aire que penetra en el tubo. En el otro extremo del tubo, este aire acciona un control, el cual registra la presión y proporciona la medida de la velocidad del avión. El siguiente instrumento, un altímetro, mide la altura del avión sobre el nivel del mar. Este funciona como un barómetro, midiendo la presión de la atmósfera. Cuanto más alto vuela el avión, más baja es la presión atmosférica. Las bajas presiones equivalen a registrar mayores alturas en el dial, mientras que las altas presiones registran menores alturas.

Otro grabado (abajo, a la izquierda) representa una pantalla de radar. Allí, ondas electromagnéticas de alta frecuencia reflejadas desde un objeto distante son transformadas por una corriente de electrones en una imagen de aquel objeto sobre una pantalla fluorescente. Esto permite que los barcos viajen con seguridad, aun en medio de la niebla. Finalmente, una ilustración (abajo, a la derecha) muestra cómo las ondas sonoras comunes se pueden enviar desde un submarino hasta el fondo del mar, o desde un buque a un submarino, y volver reflejadas. La velocidad de las ondas sonoras es conocida, de manera que midiendo el tiempo que tardan en ir y volver se puede calcular la distancia exacta entre ambos sitios.

ARRIBA: Medición de la altura de un pico inaccesible, con un teodolito.
CENTRO, IZQUIERDA: Funcionamiento del indicador de velocidad y del altímetro.
CENTRO, DERECHA: Tablero de control de un avión.
ABAJO: Pantalla de radar y eco-sonda o sonda ecoica o "sonar" (militar).



¿Qué es el Tiempo? ¿Cuál es la Duración de un Año?

Desde los comienzos de la historia, la humanidad ha tratado de mensurar una de las cosas más difíciles de medir: el tiempo. ¿Qué es el tiempo? Quizá nos acerquemos a una respuesta cuando decimos que es el lapso entre acontecimientos que se suceden regularmente. Pero no hemos contestado la pregunta por completo, porque sin una manera de medir el tiempo, no podemos decir si los sucesos ocurren con regularidad o no. Ése era el problema de los hombres primitivos. ¿Cómo comenzaron a resolverlo? Afortunadamente, el tiempo no preocupaba mucho a los hombres de la Edad de Piedra, de manera que los modos más elementales de medirlo les bastaban. Pero de vez en cuando, ellos debieron hacer previsiones para el futuro. Quizás, las hicieron por primera vez al decir: "Voy a cazar ahora, pero volveré antes de la caída del sol", "Lo encontraré cerca de la vertiente, cuando brille la próxima luna llena."

De esta manera, comenzaron a considerar los movimientos del sol y de la luna, en el cielo, para medir el tiempo. No tenían modo de cerciorarse de si estos movimientos eran exactamente regulares, pero sabían, por la manera como se cansaban desde la salida hasta la puesta del Sol, que éste aparecía y se ocultaba por lo menos a intervalos bastante regulares. Con el tiempo, deben de haber aprendido que en todas las estaciones la duración de un día, de aurora a aurora, o desde un atardecer a otro, es la misma. Tal vez haciendo una incisión en un árbol cada noche que transcurría entre dos lunas llenas sucesivas aprendieron, finalmente, que los movimientos de la luna eran bastante regulares.

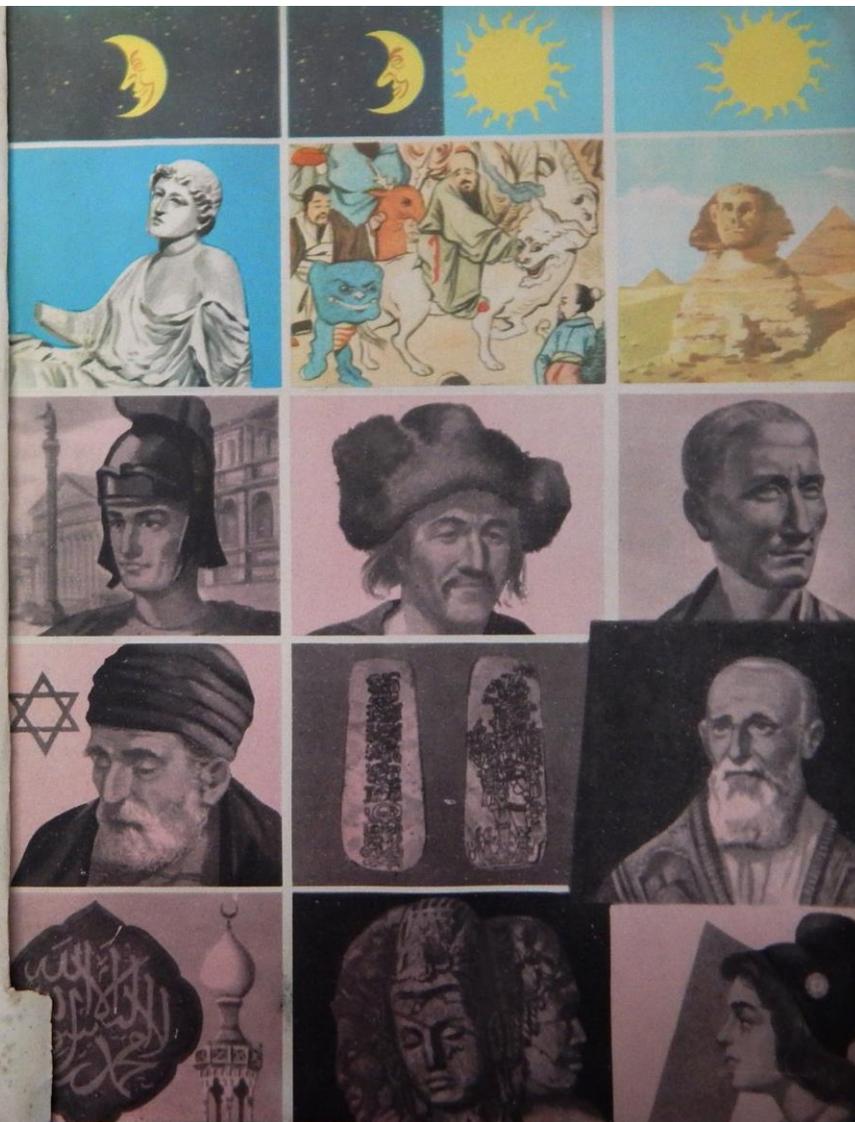
Así, más adelante, estos hombres primitivos conocieron dos unidades de tiempo que les bastaban: el día y el mes, el tiempo que media entre dos lunas llenas o dos lunas nuevas. Pero cuando comenzó la agricultura, los hombres necesitaron algo más. Ante todo les hizo falta un

calendario anual que les permitiera saber siempre el momento apropiado para la siembra y la cosecha. En algunas partes del mundo, la gente trató de dividir el año, digamos desde un día de mediados de invierno hasta el mismo día del invierno siguiente o desde un día de mediados del verano hasta el mismo día del verano siguiente, subdividiendo luego ese período en un cierto número de meses. Como la luna llena reaparece cada 29 ó 30 días, esta gente generalmente dividía el año completo en 12 meses. Esto hizo que la duración del año fuera menor de 360 días, de manera que los calendarios lunares rápidamente quedaron en desacuerdo con las estaciones. Más tarde, quienes los usaban los corrigieron agregándoles días extras o intercalándoles un mes.

En otras partes del mundo, se trató de calcular la duración del año tomando un número exacto de días. Hicieron esto probablemente registrando el número de días que transcurrían entre los dos momentos en que la sombra que proyectaba una varilla vertical al mediodía era más corta que nunca, es decir, entre dos solsticios de verano. Esto les daba un calendario de 365 días, lo cual estaba casi de acuerdo con las estaciones, pero no del todo. Todavía se adelantaba a las estaciones por casi un día cada cuatro años. Uno de los grandes reformadores del calendario fue Julio César, que introdujo un día extra, o día del año bisiesto, cada cuatro años. El año resultó así una fracción demasiado larga, por lo cual en 1582 el Papa Gregorio XIII cambió esto, suprimiendo tres años bisiestos cada 400 años. Inglaterra no adoptó el calendario gregoriano hasta 1752, época en que este país estaba en desacuerdo en 11 días con el resto de Europa! En la época de la Revolución Francesa, Francia volvió a dar nombre a los meses, pero mantuvo un exacto calendario solar.

Los grabados de la lámina muestran pueblos que tenían o tienen calendario lunar (columna de la izquierda), pueblos que tienen calendario mixto, solar-lunar (columna del centro), y pueblos que contribuyeron a dar exactitud al calendario solar (columna de la derecha).

IZQUIERDA: Pueblos con calendario lunar: griegos, primitivos romanos, judíos y musulmanes.
CENTRO: Pueblos con calendario mixto lunar-solar: chinos, mongoles, incas e indios.
DERECHA: Los que han perfeccionado el calendario solar: los egipcios, Julio César, el Papa Gregorio XIII, la Revolución Francesa.



Los Minutos Comienzan a Tener Importancia

Sabemos ahora que un año —el tiempo que la Tierra tarda en dar una revolución completa alrededor del Sol— es de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 46 segundos. Así que cuando los astrónomos de la antigüedad decían que la duración del año era de 365 $\frac{1}{4}$ días, estaban asombrosamente cerca de la verdad. Y no sorprende que dieran la solución en días y fracción de días, porque no tenían la forma de medir segundos o minutos.

Sin embargo ellos podían medir las horas. Hacían esto midiendo la sombra proyectada por una estaca vertical, observando cómo se acortaba gradualmente entre el amanecer y el mediodía y, cómo se alargaba otra vez entre el mediodía y el atardecer. En Egipto hacían caer la sombra móvil sobre una barra horizontal, con marcas para indicar cada hora del día. Mucho después, astrónomos musulmanes de la Edad Media hicieron relojes solares como los que se ven enfrente. El gnomon que proyectaba la sombra se inclinaba en un ángulo equivalente a la latitud del lugar donde debía usarse el reloj solar.

Los antiguos tenían simples métodos mecánicos para medir el tiempo. Uno era haciendo que una cierta cantidad de arena se escurriese a través de una pequeña abertura, de un recipiente a otro. La misma cantidad de arena tomaba siempre, aproximadamente, el mismo tiempo para pasar. Los relojes de arena, basados en este principio, se usaron hasta hace muy poco y todavía sirven para medir el tiempo de cocción de los huevos. En Grecia y Roma usaban agua en lugar de arena. Cuando el líquido escurría hacia la vasija inferior, a veces levantaba un flotador, que apuntaba a una escala con la marca de las horas. Un reloj de agua mucho más moderno, que funciona de este modo, se ve enfrente.

Todos estos inventos se relacionaban con la medición de las horas. El mapa al frente nos

muestra cómo y cuándo los minutos empezaron a tener importancia. Las líneas de longitud en un mapa del globo lo dividen en círculos paralelos al ecuador en 360° — 0° al este de Greenwich y 0° a 180° al oeste. Aquí vemos sólo 24 líneas, de modo que el espacio entre cada par representa 15° de longitud. Desde que la Tierra cumple una rotación (una vuelta completa de 360°) en un día entero, gira 15° , o el espacio entre dos de nuestras líneas, justamente en una hora. Los dos pequeños diagramas muestran cómo el sol está exactamente vertical (a mediodía) sobre una línea a una hora y exactamente vertical (a mediodía) sobre la línea siguiente una hora después.

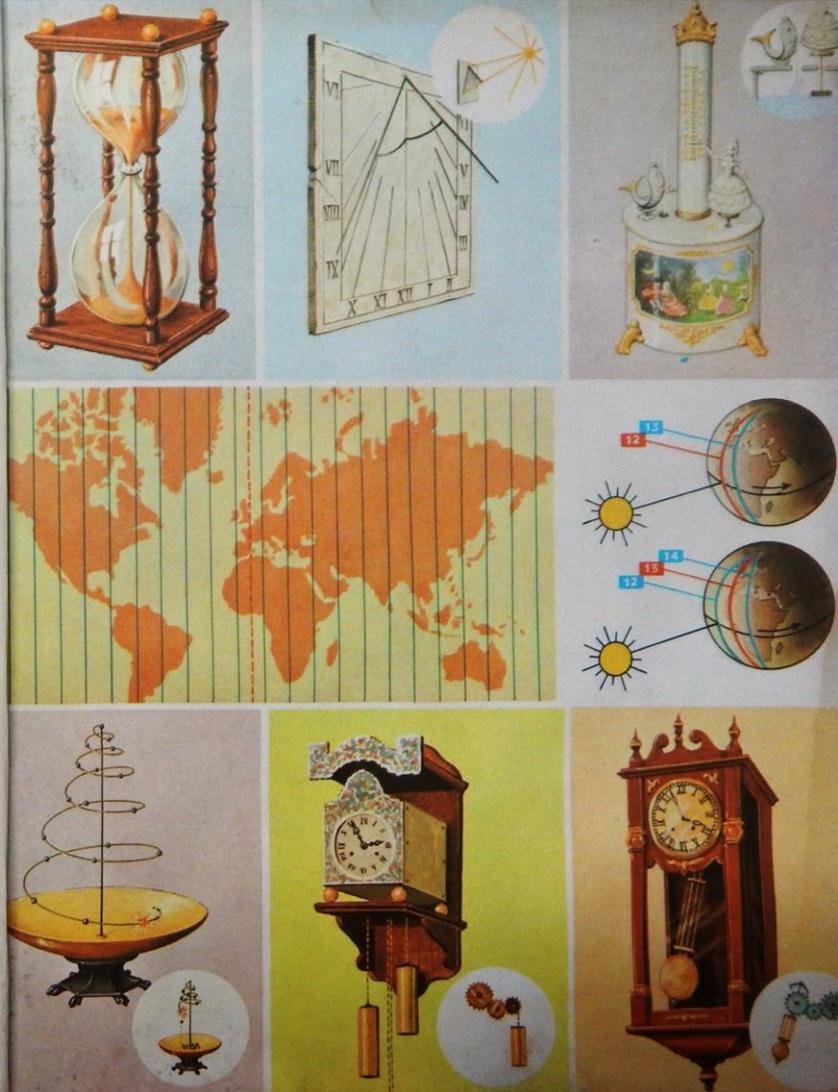
Cuando los marinos comenzaron a hacer largas travesías de este a oeste en el océano, sólo podían hallar la longitud si sabían la hora en su propia línea de longitud y, simultáneamente, en alguna otra línea de referencia. Si estaban errados en un minuto en sus cálculos sobre la hora, podían hallarse desviados en 22 kilómetros. Así es que, desde los tiempos de Colón, los relojes exactos se convirtieron en una necesidad urgente.

Rudimentarios relojes mecánicos, impulsados por grandes pesas que hacían girar una serie de engranajes, existían hacia más de un siglo. Pero no marcaban la hora exacta y era necesario controlarlos y ajustarlos muy a menudo con la ayuda del gnomon. Sólo en 1583, Galileo observó que un péndulo que describe un pequeño arco oscila a intervalos regulares. En 1657 un científico holandés, Cristián Huygens, descubrió cómo usar la oscilación de un péndulo para regular la velocidad de los engranajes de un reloj, y así pudo hacer el primer reloj de péndulo que resultó exacto.

Pero los relojes de péndulo no marcaban la hora justa a bordo de los barcos cuando había mar encrespado y tuvo que transcurrir otro siglo hasta que otro inventor inglés, Harrison, construyó un reloj aún más exacto, regulado por finísimo resorte, cuya gran exactitud resolvió el problema de determinar la longitud en el mar.

Hoy contamos con relojes muy exactos, movidos eléctricamente. Algunos pueden medir hasta fracciones de segundo.

ARRIBA: Reloj de arena, cuadrante solar y reloj de agua.
CENTRO: Relación entre la longitud y la hora del día.
ABAJO: Reloj chino de bolillas, reloj de pesas y reloj de péndulo.



Aprendiendo a Almacenar Conocimientos

El progreso humano es posible sólo porque cada generación aprende de generaciones anteriores y luego usa su propia inteligencia para agregar algo a los conocimientos adquiridos. Muchos animales jóvenes aprenden de sus padres observando su conducta y siguiendo su ejemplo, pero solamente lecciones muy simples se pueden aprender de esta manera. El hombre adelantó mucho en poco tiempo porque aprendió a hablar, y de ahí a transmitir lecciones más complicadas.

Pero las lecciones que se aprenden oralmente pueden olvidarse, y si el que las ha impartido ya no está presente, no hay manera de controlar el mensaje original. Por esto, es necesario algún tipo de registro permanente. Los incas del Perú hicieron cuerdas con extraños nudos para registrar mensajes, y otras tribus indígenas usaban collares de conchillas dispuestas de maneras especiales.

Los registros permanentes nacieron, quizás, cuando el hombre empezó a usar calendarios. La única manera de saber cuántos días transcurren entre una luna llena y la siguiente, es hacer una marca en una vara cada noche y luego contar las marcas. De modo que podemos creer que las varas con incisiones son quizá la forma más antigua de registros permanentes. En partes de África y entre pastores de remotas regiones de Polonia, todavía se usan varas con incisiones para registrar números.

Con el tiempo, la gente de muchas partes del mundo agregaba figuras sencillas además de incisiones, para demostrar a qué se refería. Dos incisiones seguidas por un sencillo dibujo de un hombre, podían significar "dos hombres", dos incisiones seguidas por una sencilla representación del Sol, podían significar "dos días". Y así, durante inmensos periodos, lentamente surgió un complicado lenguaje de figuras, como la escritura de jeroglíficos del antiguo Egipto o la

escritura pictográfica, usada aún en China. También la escritura cuneiforme, la de la antigua Mesopotamia, comenzó como pictografía. Pero allí, como en muchas otras partes, las figuras llegaron a ser tan diferentes de verdaderos dibujos, que el que escribía debía aprender cómo hacer cada una, y el lector también aprender y aun recordar qué representaban.

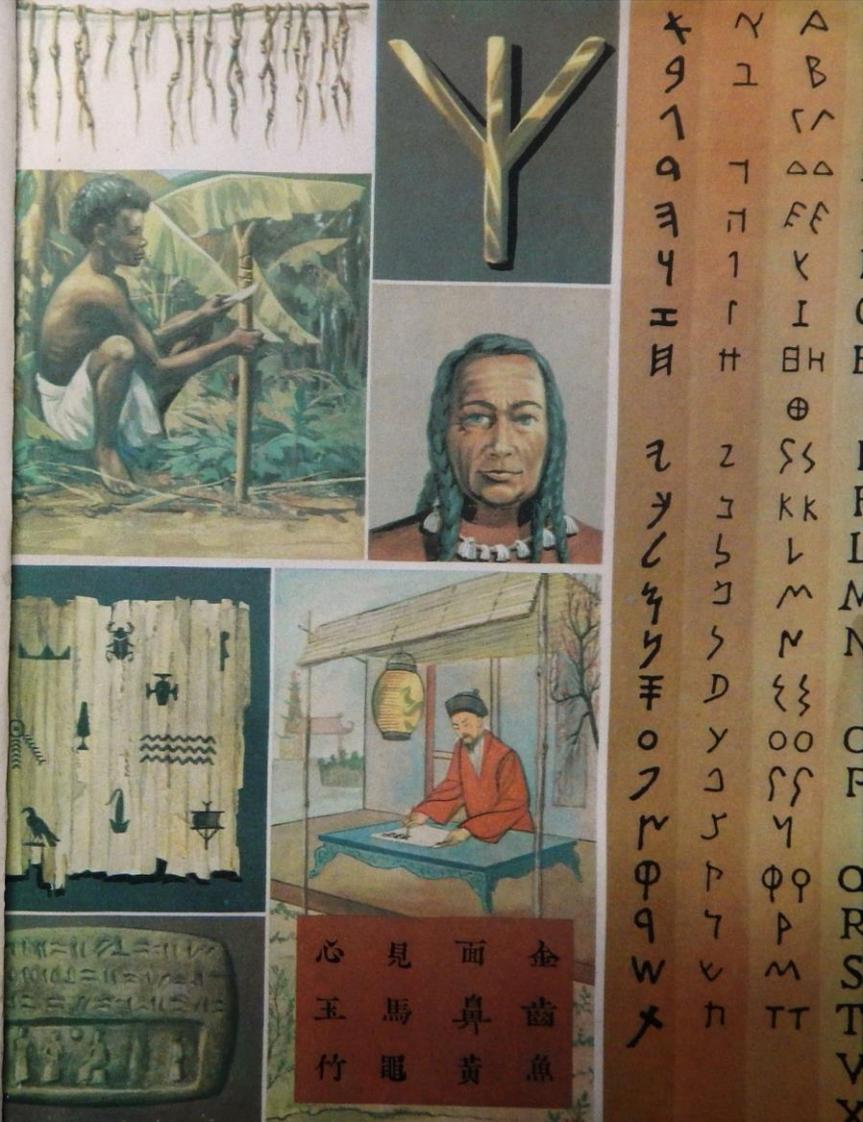
Aprender los miles de caracteres diferentes usados en cualquier pictografía evolucionada, es tarea inmensamente larga y sólo gente que tiene pocas cosas que hacer puede lograrlo. Por eso en el antiguo Egipto sólo los sacerdotes y los gobernantes sabían leer y escribir los jeroglíficos, y por esta misma razón tanta gente en China no sabía leer ni escribir hasta hace poco tiempo.

Afortunadamente, en algunas partes del mundo la pictografía se transformó en algo mucho más simple. Esto ocurrió en Japón y lugares del Medio Oriente, donde los idiomas hablados se componen de sólo un centenar de sílabas diferentes, o tal vez menos. Allí fue posible usar una simple figura o signo para cada sílaba, de manera que la tarea de aprender a leer y escribir ya no fue tan difícil.

La mayoría de los idiomas europeos, sin embargo, usan un gran número de sílabas diferentes. La única manera de escribirlos con un corto número de caracteres es emplear uno para cada sonido consonante y otro para cada vocal. Una lista así de caracteres fue creada por primera vez por los pueblos semitas que vivían en el Medio Oriente hace casi 3.000 años. Fue el primer alfabeto verdadero, y aunque las formas de algunas letras han cambiado con el tiempo y con los lugares, es todavía la base de toda la escritura alfabética usada en el mundo moderno.

A la derecha de la página de enfrente, vemos cuatro alfabetos: el fenicio, el antiguo hebreo, el griego y el romano. No es difícil ver el aire de familia que existe entre todos ellos. Los caracteres escandinavos rúnicos (arriba, al centro de la página), son también caracteres alfabéticos; pero los caracteres rúnicos se hacían especialmente de líneas rectas, a fin de poder grabarlos con facilidad en la piedra.

IZQUIERDA: Cuerdas anudadas (quipos) del Perú, varas con incisiones, tableta cuneiforme y escritura jeroglífica. **CENTRO:** Caracteres rúnicos escandinavos, collar con mensaje indio y pictografía china. **DERECHA:** Alfabetos fenicio, hebreo antiguo, griego y romano.



Comienzos de la Imprenta

El cambio de la escritura pictográfica, que utiliza miles de caracteres diferentes, por la escritura alfabética, que emplea sólo unos pocos, hizo mucho más fácil el aprender a leer y escribir; pero al principio no parecía que valiera la pena el esfuerzo. No tiene sentido aprender a leer y escribir, si no se tiene nada para leer y nada que escribir. Esa es exactamente la posición en que estuvo la mayoría de la gente durante varios siglos después del comienzo de la escritura alfabética.

Hasta bien entrada la Edad Media, los únicos materiales para escribir que había en la Europa Occidental eran el pergamino corriente y la vitela, que se preparaban con mucha dificultad con cueros de ternera, oveja o cabra. Sólo la gente acaudalada podía comprarlos, y únicamente para documentos y cartas muy importantes. El hombre que poseía 20 libros o más, escritos a mano sobre pergamino, debía ser muy rico; su biblioteca, un tesoro.

Pero en la remota China un material nuevo y mucho más barato había estado en uso durante muchos años. Era el papel. Se hacía empapando, desmenuzando, reduciendo a pulpa y prensando trapos viejos. Luego, cuando el imperio árabe alcanzó su máxima extensión, desde Persia a Portugal, unos prisioneros chinos capturados en la frontera oriental enseñaron el arte de hacer papel a sus vencedores. El conocimiento del nuevo proceso se extendió pronto hacia el oeste; y antes de que terminara la Edad Media, el papel se manufacturaba en muchas partes de Europa. Aun así, los libros no se abarataron inmediatamente, porque cada ejemplar tenía que escribirse a mano, y el escriba o escribiente que hacía las copias debía ser pagado durante muchas semanas o meses de labor.

Una vez más, el arte que iba a vencer esta dificultad —el arte de la imprenta— tuvo su

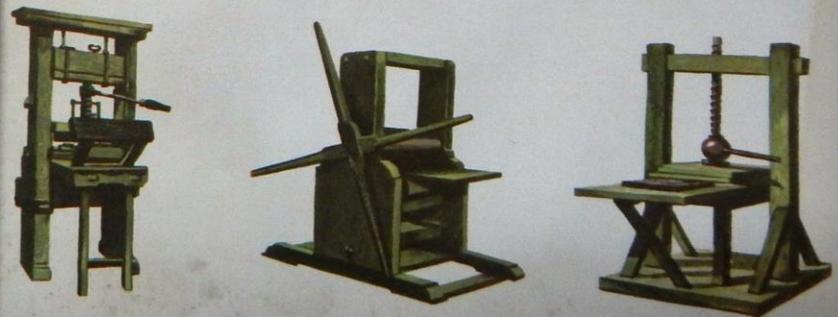
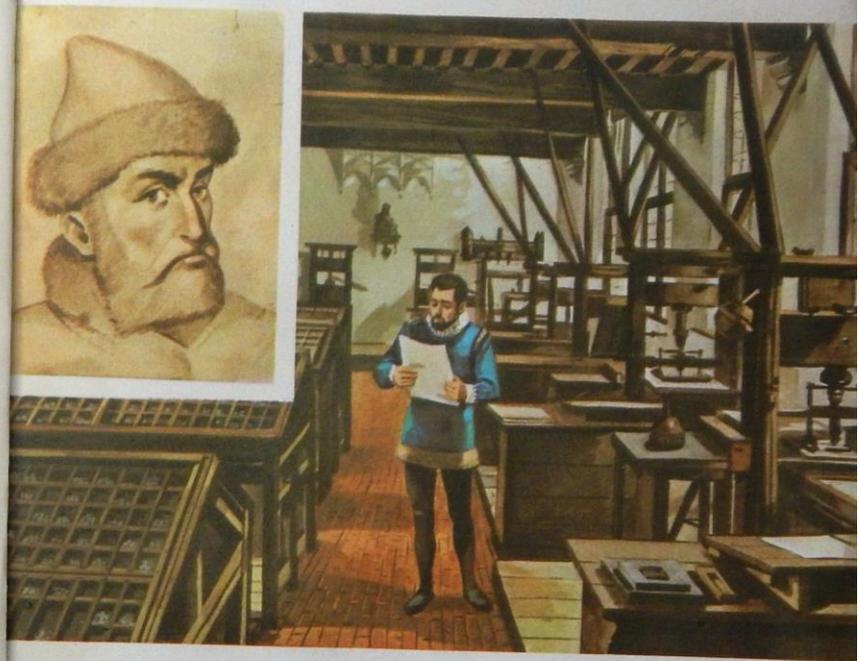
origen en China. Ya en el siglo VIII a. J. C., los chinos habían descubierto cómo grabar diseños simples en relieve sobre un bloque de madera, embadurnarlo con tinta aceitosa y tomar muchas impresiones del dibujo presionando papeles sobre él. Pronto lograron estampas más elaboradas para imprimir dibujos de naipes: hacia fines del siglo IX habían comenzado a imprimir libros enteros, grabando sobre madera caracteres y dibujos al revés.

Durante las Cruzadas, el conocimiento de esta impresión con bloques grabados comenzó a difundirse por Europa. Al principio sólo se usó para imprimir naipes e imágenes de santos; pero alrededor de 1430 la gente, en varias partes de Europa, había comenzado a imprimir libros de igual manera. Cada letra de cada página tenía que grabarse en relieve muy cuidadosamente, e invertida, en madera. Una vez hecha la estampa, se podían imprimir tantas copias como fuese necesario.

Entonces un holandés, llamado Lorenzo Coster, tuvo una idea brillante. A diferencia de la escritura pictográfica china, que usa muchos caracteres diferentes, rara vez repetidos en una página, la escritura alfabética usa sólo pocos caracteres, repetidos muchas veces en cada página. Así que, en vez de hacer una gran estampa para una página entera, Coster hizo muchas pequeñas estampas de madera para cada letra del alfabeto. Estas se podían usar una y otra vez, combinadas de todas las maneras para producir muchas páginas de imprenta diferentes. El arte de imprimir con tipos móviles había empezado. Muy pronto después de esto, Juan Gutenberg, generalmente considerado como el padre de la imprenta, hizo moldes, o matrices de arena en las cuales podía verterse metal fundido y obtener estampas de metal, idénticas para cada letra. Más tarde, un colega de Gutenberg, llamado Schoeffer, hizo matrices de bronce en las cuales las letras se fundían en plomo derretido.

En pocos años las imprentas surgieron por toda Europa, produciendo material barato de lectura por primera vez en la historia del mundo. Una de ellas, la prensa fundada en Amberes por Plantin, se ve en el centro de la lámina.

ARRIBA: Juan Gutenberg, padre de la imprenta de tipos móviles.
CENTRO: La imprenta de Plantin trabaja a principios del siglo XVI.
ABAJO: Tres prensas antiguas.



Cambios en los Métodos Tipográficos

Durante más de 400 años, toda la tipografía se hizo a mano. El tipógrafo, o cajista, se situaba frente a un banco con dos cajas de tipos, como dos grandes bandejas planas frente a él. Cada caja estaba dividida en un número de compartimientos, uno para cada letra, signo de puntuación u ortográfico. La caja inferior, en posición horizontal, contenía letras minúsculas; la superior, algo inclinada detrás de la inferior, contenía letras mayúsculas. La tarea del tipógrafo consistía —y aún consiste— en tomar los caracteres uno a uno de sus cajas para colocarlos en el componedor e ir formando así renglones de palabras, como se ve arriba, en la página de enfrente.

Cada letra se hace en relieve, un poco por encima del cuerpo del tipo, de modo que, cuando se pasa sobre éste un rodillo cubierto de tinta, sólo las letras y no el espacio que las rodea reciben la tinta. Todas las letras se moldean invertidas, como se ven en el espejo, de manera que aparezcan al derecho una vez impresas.

Los tipos muy grandes, o los que se usan sólo de tanto en tanto, se componen a mano hasta el presente, pero casi toda la tipografía para libros comunes, diarios, revistas y periódicos se hace con la ayuda de distintas clases de maquinarias.

La primera máquina tipográfica satisfactoria fue inventada por Ottmar Mergenthaler. Él mostró una versión mejorada de ésta a un editor, Whitelaw Reid, que la llamó linotipo. Una moderna máquina linotipo se ve a la derecha de la página de enfrente. Adelante tiene un teclado bastante parecido al de una máquina de escribir. Cuando se aprieta cualquier tecla, una matriz correspondiente al signo o letra que se oprimió cae de una cámara cercana a la parte superior de la máquina y se desliza por un conducto. A la izquierda de la lámina vemos cinco de estas matrices que han caído una después de otra, y lado a lado, hasta formar la palabra ALBUM. Cuando

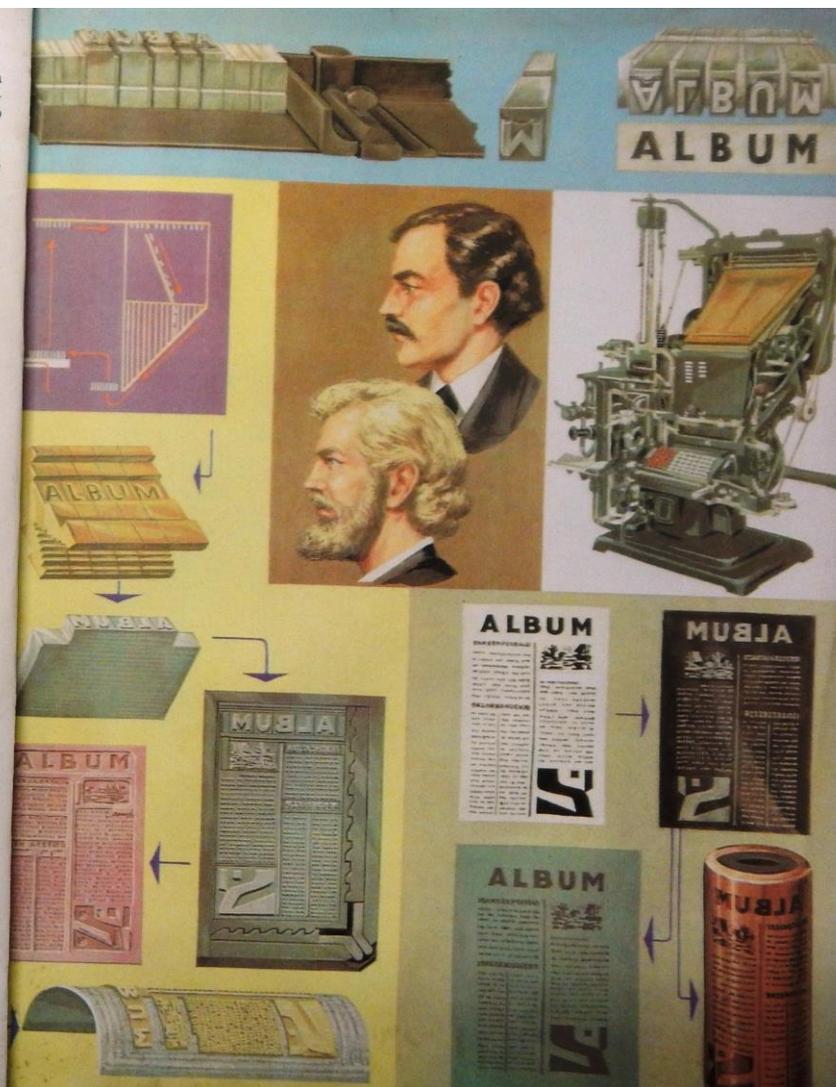
la línea de matrices está completa, funcionan los espacios que separan las palabras. Estos espacios se ensanchan automáticamente, de modo que todos los blancos resultan iguales.

La máquina está equipada con un horno eléctrico en miniatura, en el cual una mezcla de plomo, estaño y antimonio se conserva a temperatura de fusión. Cuando se completa cada línea de matrices, el operador mueve una manija; entonces algo de este metal caliente pasa a las matrices y se convierte, al solidificarse, en una línea completa de tipos. Cada una de sus letras está invertida como vista en un espejo, exactamente como ocurre con los caracteres en una caja de tipos. Estas líneas se pueden montar en una galera, o fuerte marco metálico, para formar una página completa. La impresión se puede hacer directamente del molde. Pero si la impresión se hace en una rotativa —una máquina con rodillos— debe realizarse otro proceso.

Se hace una reproducción del molde por medio de una lámina de cartón especialmente preparada. En esa lámina todas las letras aparecen, desde luego, con su trazo natural. A continuación, se arquea el cartón, en forma de medio cilindro, y se le aplica metal fundido. Cuando este metal se enfria y se endurece, se transforma en una plancha de impresión semicilíndrica, portadora de todos los detalles del cartón. Pero ahora todas las letras vuelven a aparecer en relieve. Entonces la plancha está lista para ser ajustada a los rodillos de la rotativa para proceder a la impresión.

Una máquina tipográfica de tipo completamente distinto es la monotipo. En ella, al oprimir una tecla se perfora una serie de agujeros en un rollo de papel, distinta para cada letra. Luego el papel perforado se transfiere a una máquina fundidora (o moldeadora) en la cual cada serie de agujeros hace que la máquina funda la letra correspondiente. Cada letra se funde por separado, de modo que si el operario cometió algún error al teclear, sólo será necesario cambiar una o dos letras y no todo un renglón, como ocurre en la linotipo.

ARRIBA: Componedor y composición a mano.
CENTRO: La linotipo, su inventor Mergenthaler y Whitelaw Reid, quien la bautizó.
IZQUIERDA: Diagramas que muestran cómo funciona la linotipo.
ABAJO: Distintos métodos de preparar los clisés para imprimir.



Imprentas de Hoy

Hasta ahora hemos pensado sólo en imprimir con tipos fundidos en relieve. Pero la figura de abajo, a la derecha, en la página anterior, nos muestra cómo los tipos son fotografiados, y cómo esa fotografía se puede transferir a un cilindro de fotograbado o una placa litográfica.

Para comprender la impresión en fotograbado o la impresión litográfica, debemos entender antes el hecho de que hay tres maneras de transferir una letra o figura a una hoja de papel. Estas se ven arriba en la página de enfrente.

En el método A, la letra que va a imprimirse sobresale de la superficie que la rodea, y sólo esa parte saliente recibe la tinta. Este es el principio de toda la impresión en relieve. El empleo de correos que impregna un sello, de metal o de goma, en una almohadilla de tinta y luego aplica dicho sello sobre una pieza postal, está usando la impresión en relieve. Lo mismo ocurre con el estudiante que hace un grabado, lo entinta y toma una impresión en papel; y así también con las imprentas de los periódicos, que imprimen con caracteres en relieve sobre planchas curvadas de metal.

En el método B, los caracteres que van a imprimirse se graban debajo del nivel de la superficie que los rodea. Cuando toda la superficie es entintada y escurrida, la tinta permanece en las partes grabadas solamente. Al aplicar una hoja de papel sobre la superficie, absorbe tinta de estas partes grabadas y así hace una impresión. Esto se llama impresión *intaglio* o huecograbado. El artista que hace un grabado, usando ácido para morder la superficie de una plancha de metal, que luego entinta y escurre antes de aplicar el papel encima, está usando impresión en huecograbado. Así lo hicieron artistas como Durero, autor de láminas de grabados en madera o metal; así lo hacen las imprentas de fotograbado que imprimen hoy muchas revistas y libros ilustrados.

En el método C, los caracteres que van a imprimirse están al mismo nivel que la superficie que los rodea; pero aquéllos han sido hechos con cierta substancia que atrae la grasosa tinta

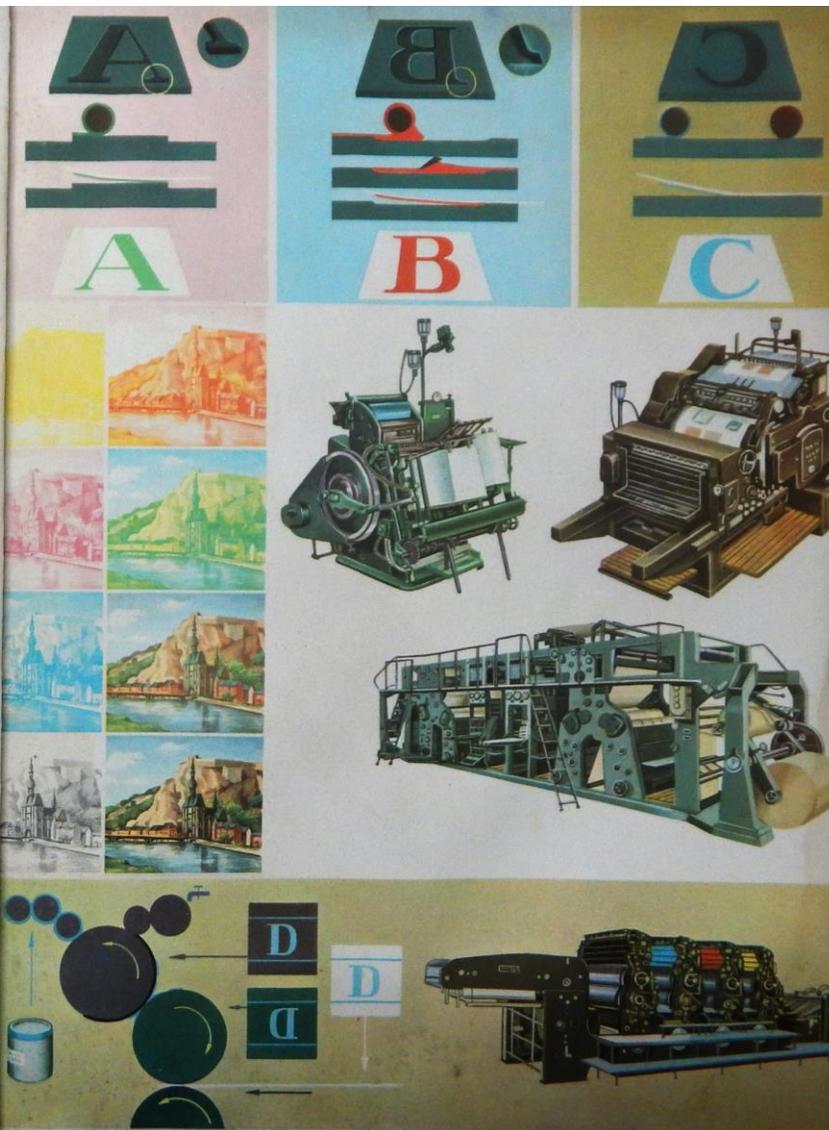
de imprimir, mientras el resto de la superficie se humedece con agua, que repele la tinta. Este es el método usado en toda impresión plana, o planográfica, y es la base de toda impresión litográfica.

La palabra litografía viene de una voz griega, *lithos*, que significa piedra, y durante muchos años, después del invento del proceso, a fines del siglo XVIII, toda impresión litográfica se hacía realmente dibujando con lápices grasosos en piedras planas finamente pulidas. Pero hoy las letras, fotografías o imágenes se pueden transferir a planchas litográficas de metal, por la acción de la luz sobre las substancias con las cuales dichas planchas están cubiertas. Sólo donde la luz actúa fuertemente sobre esta capa, la plancha atrae y mantiene la grasosa tinta de imprimir.

Por procesos químicos diferentes, también es posible transferir imágenes de todas clases a planchas en relieve, para impresión tipográfica, y a planchas de huecograbado o cilindros, para impresión en fotograbado. Pero cualquiera que sea el proceso usado, la impresión en color siempre exige un clisé separado o cilindro para cada color que se imprime. Generalmente el impresor puede obtener todas las gradaciones de color que su cliente exija, usando sólo cuatro clisés, uno para el amarillo, otro para el azul, otro para el rojo y otro para el negro. Los diagramas que aparecen enfrente, muestran los resultados de la impresión de clisés individuales en cada uno de estos colores, y también de la combinación de dos o más clisés diferentes.

Las máquinas que se ven a la derecha de la lámina son: primero, una máquina tipográfica plana, usada para imprimir una hoja por vez por medio de clisés en relieve; luego, una máquina litográfica offset, y finalmente una máquina rotativa de la clase usada para la impresión de periódicos. El diagrama de abajo muestra la impresión litográfica offset. Allí la imagen se reproduce al derecho sobre una plancha de metal y luego es colocada al revés sobre un cilindro de goma. Finalmente la imagen se vuelve al derecho, del cilindro de goma al papel.

ARRIBA: Impresión en relieve, en huecograbado y planográfica.
CENTRO, IZQUIERDA: Principio de impresión en colores.
CENTRO, DERECHA: Máquina tipográfica plana, máquina litográfica offset y máquina tipográfica rotativa.
ABAJO: Principio de impresión litográfica offset.



Figuras Dibujadas por la Luz

La imprenta siempre ha difundido el conocimiento de dos maneras: con palabras y con figuras. En muchos libros antiguos, especialmente en aquellos que trataban de anatomía y botánica, figuras cuidadosamente dibujadas proporcionaban tanta información como el texto, pues mostraban claramente el aspecto de las cosas y el efecto de distintos procesos.

Afortunadamente, existe algo que puede dibujar con más rapidez y de manera más fidedigna que ningún artista: la luz. Y el siguiente paso en la reproducción de figuras fue la invención de la fotografía, o dibujo por medio de la luz.

A comienzos del siglo xvi, el gran artista e inventor, Leonardo de Vinci, descubrió que la luz que pasaba a través de un pequeño orificio reproducía la imagen de una escena exterior en la pared de una habitación oscurecida. La imagen siempre está invertida: la parte superior de la escena, en la parte baja de la pared; la izquierda de la escena, a la derecha de la misma. Si consideramos que los rayos de luz se transmiten en línea recta, el diagrama de arriba, al centro, explica cómo ocurre esta inversión.

En los 200 años siguientes a este descubrimiento, los artistas usaron cámaras oscuras con un pequeño orificio en un extremo y una pantalla en el opuesto, para obtener un bosquejo de los paisajes. Este recurso, llamado cámara oscura, tenía un gran defecto: en cuanto se retiraba la luz, la figura de la pantalla se desvanecía. Para que la fotografía pudiera existir, había que descubrir alguna manera de fijar la figura.

En los comienzos del siglo xix, ya se sabía que ciertas sales de plata se oscurecen al ser expuestas a la luz, y en 1837 un francés, llamado Daguerre, logró fijar una imagen en una plancha de vidrio cubierta con una sal de plata. Poco después, un inglés, Fox Talbot, descubrió cómo es posible fijar una figura (las partes oscuras, claras, y las partes claras, oscuras) sobre una plancha de vidrio. De este "negativo" fue posible obtener muchos "positivos".

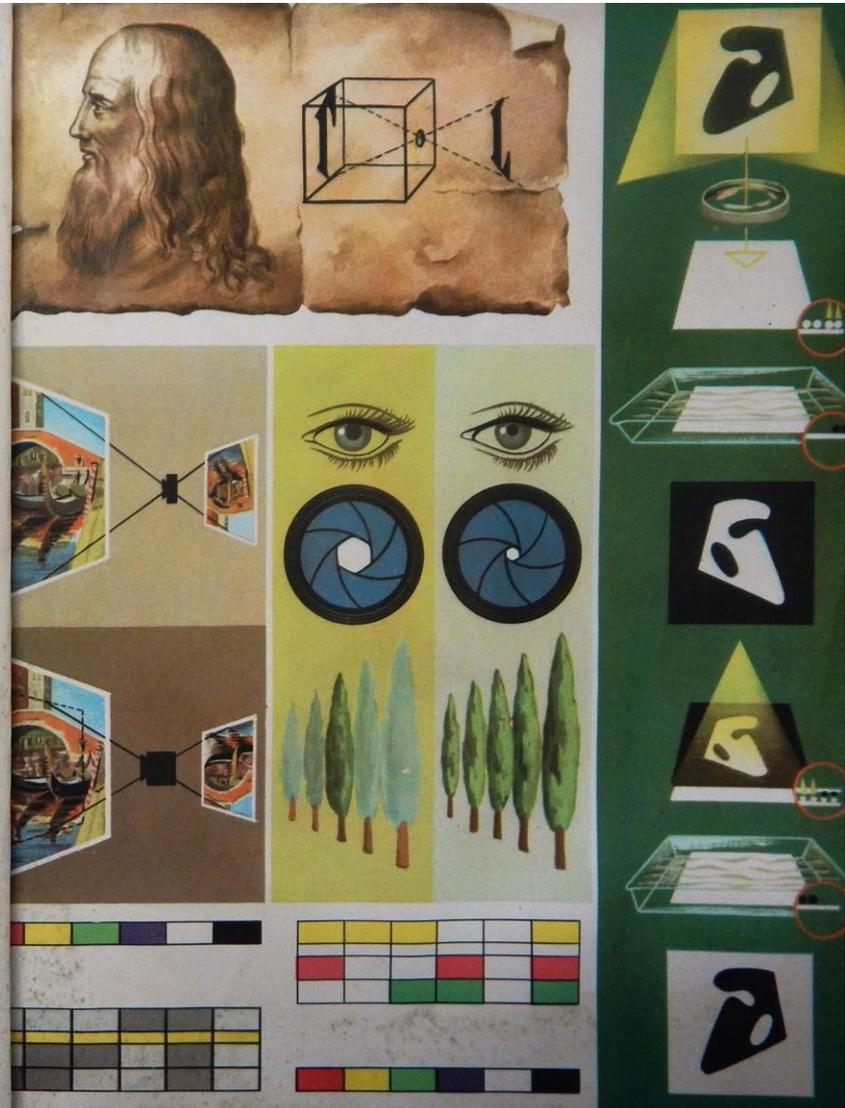
Las ilustraciones del centro, a la izquierda, muestran cómo el principio de la cámara oscura y el arte de fijar una imagen iluminada se combinan en la moderna cámara fotográfica. Esta es todavía una cámara oscura en la cual la luz puede entrar sólo por un lugar; pero en vez de entrar a través de un pequeño orificio, pasa a través de una lente. En vez de una pantalla en el extremo opuesto de la caja, hay una película fotográfica, cubierta con una emulsión, la cual, al ser tratada con sustancias químicas, se oscurece sólo donde le ha dado la luz. El tipo de la lente decide el ángulo desde el cual fotografiamos. Con un teleobjetivo podemos fotografiar una cosa grande desde una gran distancia; con una lente de gran ángulo, podemos fotografiar una habitación entera desde corta distancia.

Las ilustraciones del centro muestran la semejanza que existe entre el ojo humano y la lente de una cámara. La pupila, a través de la cual la luz entra en el ojo, se dilata con la luz débil y se contrae con la luz fuerte. Alrededor de la lente de la cámara hay un diafragma mediante el cual la abertura se puede agrandar, si la luz es escasa, y achicar cuando es brillante. De esta manera, esté el día claro o nublado, podemos, en términos generales, permitir que entre en la cámara la misma cantidad de luz. Ajustando el diafragma de acuerdo con la distancia del objeto, también podemos conseguir que la fotografía tenga contornos definidos y claros.

Los diagramas de la derecha muestran cómo el objeto (negro sobre blanco) produce en la película, después de ser sometida ésta a un baño químico en el cuarto oscuro, una imagen negativa (blanco sobre negro). Luego, se proyecta la luz, a través de este negativo, sobre un papel hecho sensible a ella, y este papel, al ser tratado en otro baño químico, produce la imagen positiva (negro sobre blanco).

Los diagramas de abajo muestran cómo para la fotografía en color la película debe cubrirse con capas de sustancias químicas separadas, cada una sensible a un solo color primario.

ARRIBA: Leonardo de Vinci y el principio de la cámara oscura.
IZQUIERDA: Principios de la cámara fotográfica.
CENTRO: Iris del ojo y lente de la cámara.
DERECHA: Del objeto a través del negativo, a la fotografía positiva.
ABAJO: Aplicación de sustancias químicas fotosensibles a las películas en colores.



De la Película Fotográfica a la Lámina Impresa

Obtener una copia fotográfica, haciendo pasar la luz a través de un negativo a un papel fotosensible, es una cosa; reproducir una fotografía con tinta de imprenta sobre un papel común no tratado, es otra cosa diferente.

En la lámina de enfrente se ve, con cierto detalle, cómo se prepara una fotografía para su reproducción en impresión en relieve. Si miramos cualquier foto brillante en blanco y negro, veremos que la imagen se compone de una cantidad de sombras o tonos que van del blanco puro al negro azabache, con muchas variedades de gris entre ambos extremos. Para obtener el mismo efecto en la impresión en relieve, es necesario hacer lo que se llama plancha de medias tintas (*half-tone block*). Esta es una plancha de metal en la que algunas zonas cargan toda la tinta que sea posible, para dar el negro azabache; otras no cargan nada de tinta, de modo que el papel mismo da el blanco puro, y las zonas restantes cargan variadas cantidades de tinta, produciendo los diferentes tonos del gris.

El diagrama de arriba, al centro, muestra cómo hace el componedor para preparar una plancha de esta clase. Primero vuelve a fotografiar la fotografía original, a través de una pantalla de vidrio en la que hay trazadas muchas líneas paralelas, verticales y horizontales, para producir lo que parece un gran número de pequeñas ventanas cuadradas. Esto le da una extraña clase de negativo. En los lugares donde la fotografía original era de un gris claro, una gran cantidad de luz ha pasado a través de las "ventanitas" de la pantalla, oscureciendo la mayor parte del negativo y dejando sólo pequeñas líneas transparentes; en los lugares donde la fotografía original era de un gris muy oscuro, mucha menos luz ha pasado a través de las ventanitas, dejando líneas transparentes mucho más grandes.

Luego, el componedor toma este raro negativo

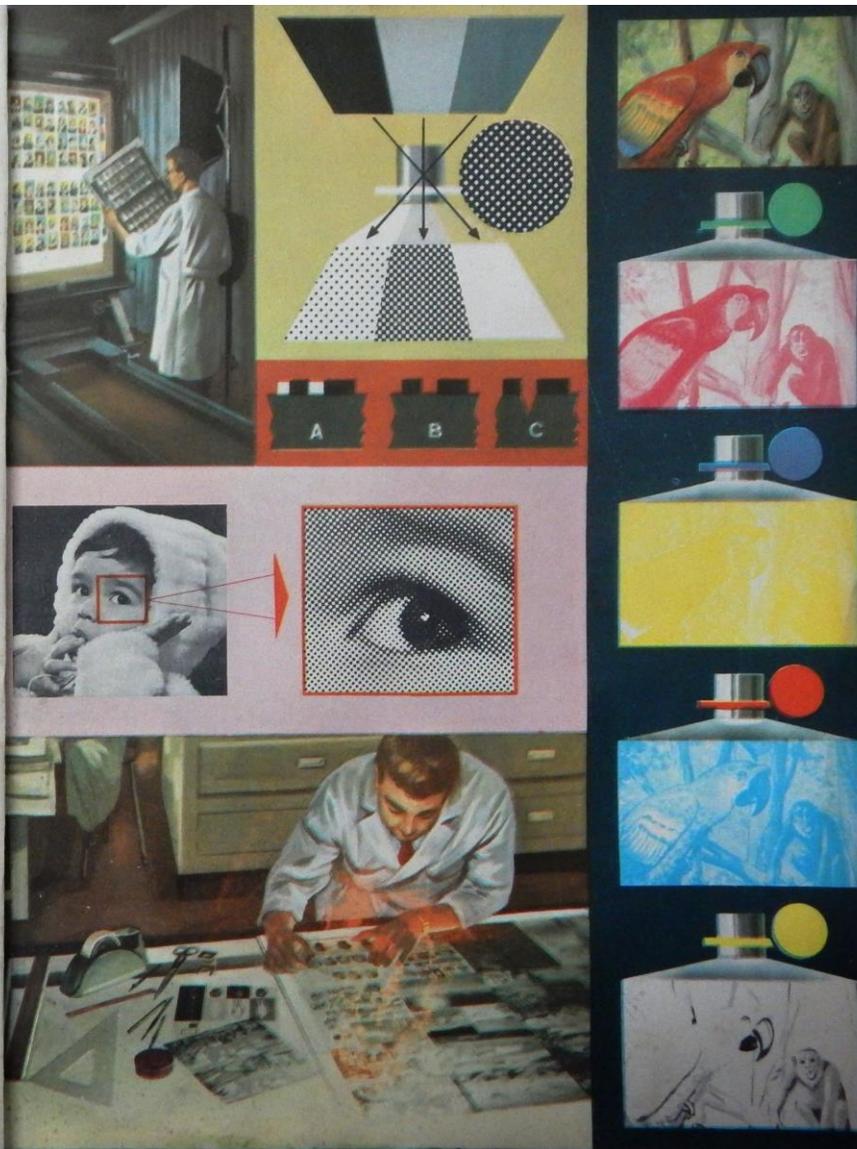
y proyecta la luz a su través sobre una lisa plancha de metal cubierta con una substancia que se endurece sólo cuando la luz la hiere. Así, en los lugares donde la fotografía original era de un gris claro, y donde, por lo tanto, el negativo tiene únicamente pequeñas líneas transparentes, sólo pequeñas partes de la substancia se endurecen. En los lugares donde la fotografía original era de un gris oscuro, y donde, por lo tanto, el negativo tiene líneas transparentes más grandes, se endurecen partes mayores de la substancia.

La placa ahota sufre una operación en la cual las partes no endurecidas (representadas en blanco en A) desaparecen, mientras las partes endurecidas permanecen como puntos grandes o pequeños (B). Luego, un ácido muerde la placa de metal en todos los lugares donde han desaparecido las partes no endurecidas, dejando a los puntos grandes y pequeños aparecer en relieve sobre el resto de la superficie de metal, lista para entintarse e imprimirse (C). Donde la fotografía original era de color gris claro (y el negativo no tenía más que pequeñas líneas transparentes), la plancha muestra sólo pequeños puntos que cargan poca tinta. Donde la fotografía original era de color gris oscuro (y el negativo tenía líneas transparentes más grandes), la plancha presenta puntos más grandes que cargan mayor cantidad de tinta.

Para la impresión en color se debe contar con una plancha separada para cada color que se imprime. El impresor, generalmente, obtiene toda la gama de colores que necesita de cuatro planchas, pero en ocasiones usa seis o más.

Hay otro problema y es el de separar los colores de la fotografía o pintura original, de modo que cada plancha lleve únicamente puntos de su propio color: la plancha roja, sólo puntos que se imprimirán en rojo; la amarilla, puntos que aparecerán en amarillo, etcétera. Esto se consigue fotografiando a través de filtros de color. Un filtro verde sólo permite pasar la luz rojiza; un filtro azul, la luz amarilla, y un filtro rojo, la azul.

ARRIBA, IZQUIERDA: Fotografiando a través de una pantalla de vidrio (A, B y C) y produciendo una plancha de medias tintas.
CENTRO: Cómo los puntos en la plancha reproducen los tonos del gris.
DERECHA: Separación del color por medio de filtros fotográficos.
ABAJO: Produciendo ilustraciones.



Publicación de Noticias a Tiempo

Producir una plancha de medias tintas (*half-tone block*) puede ser una cosa complicada pero no lenta. El hecho mismo de que la mayor parte de los diarios lleven una gran cantidad de reproducciones fotográficas es suficiente para demostrarlo, pues ninguno de aquéllos puede permitir la lentitud en ninguna sección.

La producción de un periódico matutino no comienza, en realidad, la noche anterior a su publicación, cuando se envía la primera copia al cuarto de componer. Comienza unas diez o quince horas antes, cuando ocurren, en cualquier región de la Tierra, los sucesos de que se da noticia. En alguna parte de Europa se esperan los resultados de una elección de importancia; en el este de Asia, un gran río se ha desbordado; en Australia, está terminando la última de una serie de competiciones deportivas; en medio del Atlántico, se verifica el salvamento de la tripulación de un barco que se va a pique.

El conocimiento de estos hechos, y centenares de otros sucesos, debe llegar a las oficinas de un periódico en cosa de minutos. Los grandes diarios tienen su propio cuerpo de periodistas en muchas capitales del mundo, listos para enviar tales noticias inmediatamente por teléfono, telegrama o cable. En pueblos más pequeños, los acontecimientos de interés suelen ser enviados a los grandes periódicos por los periodistas locales, o por medio de las grandes agencias de prensa, tales como Associated Press, United Press, International o Tass. Los informes de las agencias suelen enviarse por teletipo, y la máquina receptora en la oficina de cada periódico los envía ya impresos, sea en cinta de papel o en un rollo de papel sin fin.

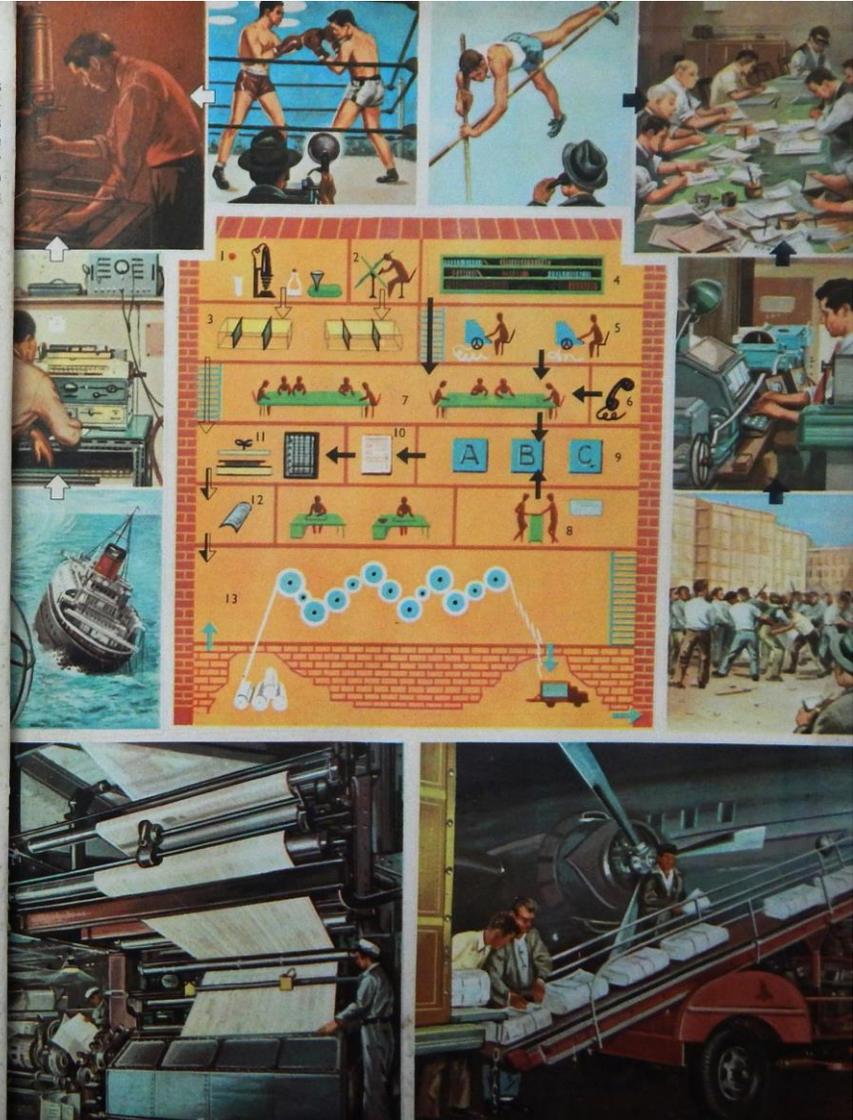
Las notas de periodistas experimentados a veces se pueden enviar al linotipista con muy pocas modificaciones, porque estos periodistas saben cómo quieren los directores que se presenten las noticias, y conocen exactamente cuánto espacio

se les debe dedicar. Pero las que proceden de las agencias suelen necesitar considerables modificaciones. Normalmente una agencia presenta las mismas informaciones a todos los periódicos que sirve, y cada uno las debe acortar o extender de acuerdo con sus necesidades. Si un periódico de Edimburgo recibe un informe de mil palabras acerca del desarrollo de ciertos negocios en Escocia, podrá desear ampliar la nota hasta las dos mil palabras; un periódico de Londres, en cambio, quizá desea reducirla a quinientas. La tarea de alargar o acortar las informaciones y de presentarlas de manera clara e interesante se realiza en la redacción, para lo que sirve de auxiliar la biblioteca del periódico, en la cual números atrasados muy bien fichados pueden suministrar la información adicional requerida.

Las fotografías de hechos sucedidos en sitios cercanos, tomadas por fotógrafos de la prensa, se envían a toda prisa a los periódicos por ferrocarril o por avión. Las fotografías de sucesos ocurridos en lugares distantes se pueden enviar por medios telegráficos. Inmediatamente de recibidas y retocadas se hacen planchas con ellas. Mientras se efectúa esta operación, el taller tipográfico se ocupa de la composición de la nota. (Normalmente la composición de los avisos precede a la muy apresurada de las noticias.) Cuando las planchas y los tipos están listos, se arman las páginas completas en armazones de metal. Con éstas se hacen las planchas metálicas curvadas, o estereotipos, que se aplican a los cilindros de las rotativas. Estas no solamente imprimen los periódicos, sino que también los doblan y los entregan en montones, listos para ser empaquetados y despachados a los vendedores.

Veloces camiones, trenes y hasta aeroplanos son usados para asegurarse de que los periódicos lleguen a tiempo a destino. Si llegan tarde al buzón, se deberá únicamente a que el repartidor de periódicos ha tenido algún percance.

ARRIBA, IZQUIERDA: Preparación y transmisión de fotografías.
ARRIBA, DERECHA: Transmisión y publicación de noticias.
CENTRO: Disposición de una oficina de un periódico. 1, 2 y 3, secciones de fotograbado y dibujo; 4, biblioteca; 5, teletipos; 6, conmutador; 7, redacción; 8, departamento de publicidad; 9, composición; 10, armado de páginas; 11 y 12, preparación de estereotipos y planchas; 13, impresión.
ABAJO, IZQUIERDA: Rotativa.
ABAJO, DERECHA: Despacho por vía aérea.



Mensajes para los Ojos y Mensajes para los Oídos

Hasta este punto hemos considerado cuatro maneras diferentes de transmitir información: por escritura a mano, por imprenta, por dibujos y por fotografías. Todas exigen que el mensaje llegue al cerebro por los ojos.

Pero los mensajes no tienen necesariamente que impresionar los ojos; también nos pueden llegar por los oídos. En realidad, el hombre probablemente transmitió la gran mayoría de sus mensajes por el sonido desde el momento que desarrolló el lenguaje —muchos miles de años antes de aprender a hacer figuras o a escribir. Pero había dos limitaciones importantes en el mensaje oral. Primero, podía llegar sólo a los que estuviesen lo bastante cerca para oírlo; luego, cuando se extinguían los sonidos, nada quedaba que registrase el mensaje de manera permanente: se podía repetir sólo corriendo el riesgo de modificarlo. Finalmente, se olvidaba.

Para los hombres primitivos había sólo dos maneras posibles de transmitir un mensaje más allá del alcance de la voz humana. Uno era usar un código convenido de sonidos muy altos y el otro emplear una clave determinada de señales simples distinguibles a millas de distancia. Ejemplos de estos métodos se ven en las tres ilustraciones de arriba. El sonido del tantán del negro africano alcanza a varias millas de distancia a través de la jungla, y para aquellos que entienden su significado, cada cambio de ritmo representa un mensaje diferente. Las señales de humo de los pueblos rojos se pueden ver de muy lejos en las vastas praderas, y los compañeros de tribu conocen el significado de cada serie diferente de bocanadas de humo. En la antigua Roma los mensajes se enviaban a veces de un modo similar, moviendo antorchas de noche.

A través de los años las señales acústicas y las

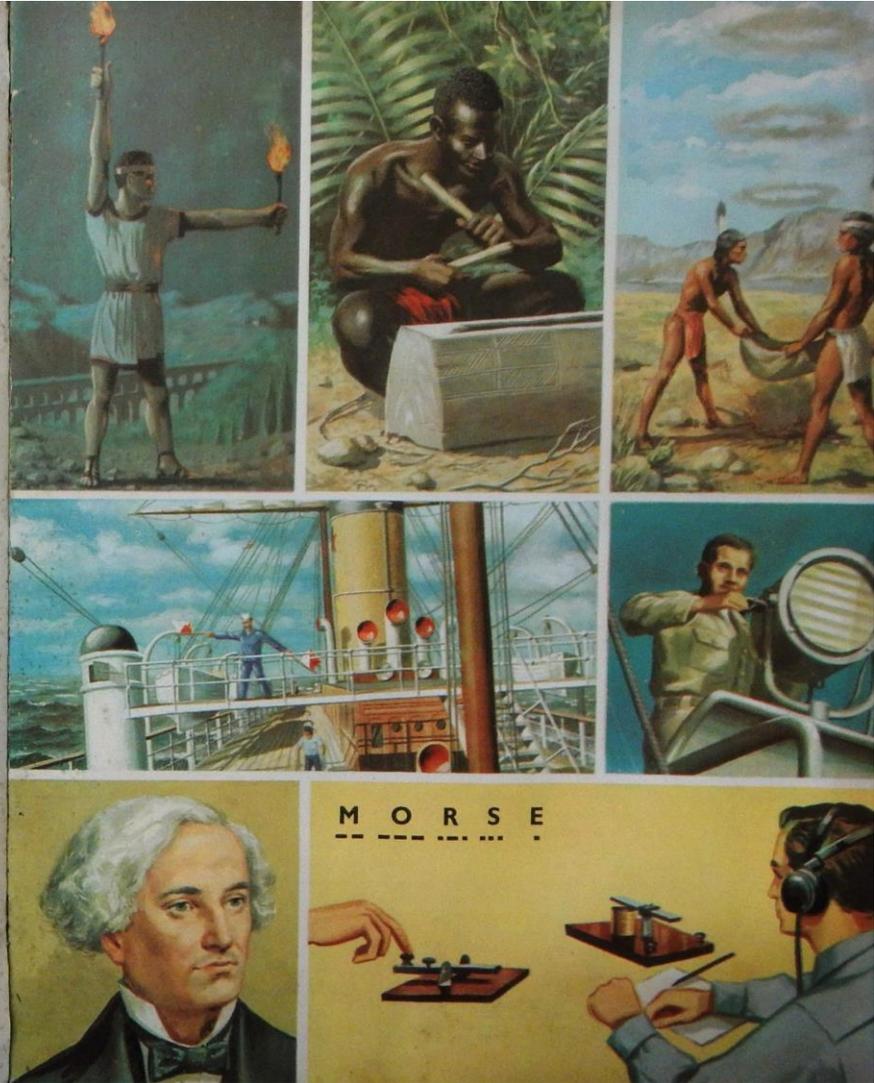
visuales han evolucionado juntas. Hoy todavía tenemos sirenas en las fábricas que nos convocan al trabajo y campanas de iglesia que nos llaman a la oración, luces rojas que ordenan "pare" y luces verdes que dicen "marche".

Sólo después que el hombre resolvió el segundo problema de las comunicaciones humanas —dar cierta forma permanente a un mensaje— pudo inventar formas más complicadas y expresivas de hacer señales. Ya hemos seguido por etapas los procesos por los cuales el hombre aprendió a escribir: primero, haciendo incisiones para registrar números; luego, dibujando simples pictografías; después, haciendo signos para representar sílabas orales, y, finalmente, inventando el alfabeto. Ahora, en los idiomas más importantes, se emplean sólo unos 50 signos: uno para cada letra del alfabeto, uno para cada cifra de 0 a 9 y los restantes para indicar la debida puntuación. Con estos pocos signos podemos transmitir hasta el más detallado mensaje imaginable.

En los últimos 200 años la gente que se ocupa de esto se ha dedicado a la búsqueda de un simple signo sonoro o un simple signo visual para cada letra y cada cifra. A fines del siglo XVIII, Chappe inventó el famoso sistema de semáforo por el cual dos brazos fijados a un poste alto son susceptibles de moverse en diferentes combinaciones de posiciones, una para cada letra. A bordo, los marinos, con una bandera en cada mano, pueden colocar sus propios brazos en posiciones similares y así enviar mensajes a otros barcos que se hallen dentro de la distancia a que alcance el catalejo. Hay ahora otros sistemas en los cuales diferentes combinaciones de luces, visibles de noche, indican diferentes letras o números.

Pero quizá el progreso mayor en la transmisión de señales ocurrió en 1837, cuando Samuel Morse inventó el famoso código de puntos y rayas que lleva su nombre. Por medio de una simple llave, que alternadamente abría y cerraba un circuito eléctrico, mensajes en el alfabeto Morse de puntos y rayas se pudieron transmitir por el telégrafo eléctrico, recién inventado, y ser recibidos al otro extremo de la línea una pequeña fracción de segundo más tarde.

ARRIBA: Transmisión de sencillos mensajes visuales y auditivos.
CENTRO: Semáforo y señales ópticas.
ABAJO: Samuel Morse, un modelo de su famoso alfabeto de puntos y rayas, y transmisor y receptor de un telégrafo eléctrico primitivo.



El Mundo al Alcance de Nuestros Oídos

El invento del telégrafo eléctrico está basado en el descubrimiento de Ampère de que una corriente eléctrica puede hacer que un trozo de hierro dulce actúe como un imán. En el extremo transmisor del tipo de telégrafo que se ve enfrente, un operador accionaba un pulsador que alternadamente cerraba y abría la corriente de electricidad en un cable; en el extremo receptor, un trozo de hierro actuaba como imán mientras la corriente fluía, pero no si cesaba. Cuando funcionaba como imán, golpeaba sobre otro trozo de hierro, una vez para un punto, dos seguidas para una raya.

El tap-tap del electroimán era un mensaje para los oídos solamente, pero no era difícil transformarlo en un mensaje para los ojos, uno que pudiera leerse después que el imán dejara de moverse. Una manera era equipar el imán con una punta afilada y colocar una tira de papel en constante movimiento por debajo. Así, cuando el imán daba un rápido golpe producía en la tira de papel un pequeño agujero redondo, que indicaba un punto; cuando daba un golpe más prolongado, producía una perforación alargada, que indicaba una raya.

Más tarde, un inventor estadounidense llamado Hughes, descubrió el método de pasar una tira de papel, que había sido perforada de tal modo, por otra máquina, que sustituía cada grupo de agujeros por la letra o cifra correspondiente. Esta máquina es el teletipo, que aún se emplea en la transmisión de noticias a las oficinas periodísticas. Hoy se ha perfeccionado y hay máquinas en las cuales los tipos de metal se pueden colocar por métodos telegráficos.

Con el antiguo telégrafo Morse era necesario que los mensajes fuesen breves, en parte porque se precisaban muchos golpes para transmitir cada palabra y en parte porque el empleo de telegrafistas idóneos era muy costoso.

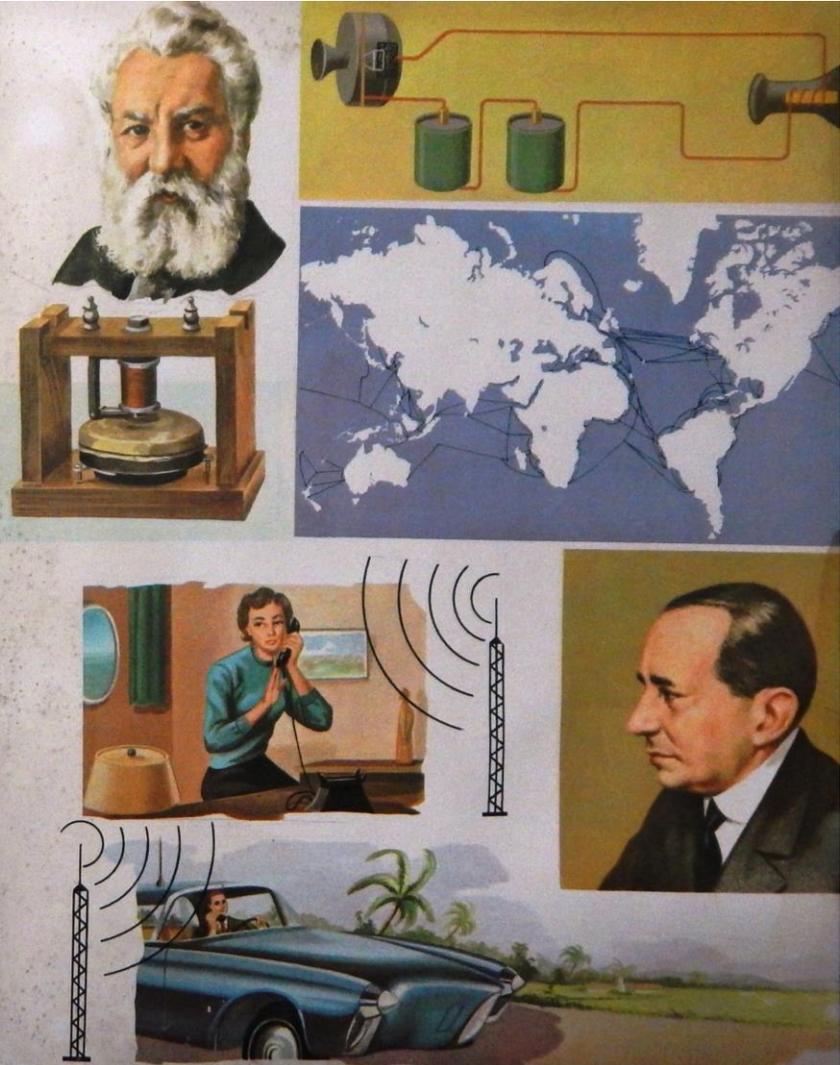
El siguiente progreso notable en las comunicaciones de larga distancia llegó cuando el invento del teléfono hizo posible que un hombre hablase directamente con otro a muchas millas de distancia. Desde mediados del siglo XIX, varios inventores, tanto en Estados Unidos como en Europa, crearon ciertos tipos de teléfono. Pero sólo en 1876 el estadounidense Alejandro Graham Bell ideó uno que diese resultados satisfactorios. El teléfono, así como el telégrafo, depende de la íntima relación entre la electricidad y el magnetismo.

Cuando se habla por teléfono, las ondas sonoras hacen vibrar un fino diafragma de metal. Inmediatamente detrás de este diafragma hay varias bolillas de carbón que, a causa de dichas vibraciones, se comprimen en mayor o menor grado. Cuando son comprimidas con energía, transmiten una fuerte corriente eléctrica, y cuando la presión es poca, transmiten una corriente débil. En el auricular, en el otro extremo de la línea, un electroimán atrae otro diafragma, fuertemente cuando la corriente es fuerte y débilmente cuando es débil. De esta manera vibra el diafragma del auricular y origina ondas sonoras iguales a las producidas por la voz del que habla.

Tanto éxito tuvo el invento de Bell, que a los pocos años se instalaron centrales telefónicas locales en muchas ciudades, y en 1892 ya era posible hacer un llamamiento de larga distancia de Nueva York a Chicago. Hoy, una vasta red de líneas terrestres y cables submarinos ha puesto la voz humana al alcance de los oídos de todos los hombres.

Es cierto que el mundo entero está ahora al alcance de nuestros oídos, pero el teléfono solo no pudo haberlo hecho, porque éste no resolvía la manera de comunicarse en los barcos, trenes, automóviles o aviones, ya que los vehículos en movimiento no se pueden conectar con cables a las centrales telefónicas. La comunicación con los viajeros, por medio del teléfono, se llevó a cabo sólo después que inventores como Marconi hicieron posible la transmisión inalámbrica por radio. Más tarde, otros hombres de ciencia descubrieron cómo combinar el teléfono y el radio.

ARRIBA, IZQUIERDA: Bell, y su primer teléfono.
ARRIBA, DERECHA: Diagrama del circuito del teléfono primitivo y un mapa de los modernos cables telefónicos submarinos.
ABAJO: Marconi y el tipo de comunicación telefónica inalámbrica que él contribuyó a realizar.



Comienzos de la Radio

Rara vez un gran invento surge de la mente de un solo hombre. Casi siempre se produce cuando varios hombres investigan sobre bases que han echado otros antes que ellos. Así ocurrió con la radio. Desde la época de las civilizaciones primitivas hasta hace casi 200 años, los hombres de ciencia siempre consideraron que la luz se propaga en línea recta, y esta noción es todavía lo bastante valedera para la mayoría de las necesidades, tales como la fabricación de un telescopio, una cámara oscura o una máquina fotográfica. Pero poco después de la época de Isaac Newton los científicos descubrieron que la luz decididamente "dobla las esquinas" cuando pasa a través de un orificio extremadamente pequeño. Sólo hay otra cosa que normalmente se mueve en línea recta y que se desvía, también, al pasar por un pequeño orificio, y es la onda. Así se empezó a pensar en la luz como algo que se propaga por ondas.

La onda marina, o la producida al mover hacia arriba y abajo el extremo de una cuerda, se propaga sólo porque hay partículas de materia que se mueven hacia arriba y hacia abajo. Pero la luz se propaga a través del vacío donde no hay partículas que se muevan hacia arriba y abajo, y en este caso, ¿qué es lo que ondula? Al tratar de hacer concordar varias ecuaciones matemáticas concernientes a la electricidad y el magnetismo, Jacobo Clerk Maxwell descubrió que la luz efectivamente se propaga por ondas, pero por ondas electromagnéticas, que no dependen de las partículas móviles, sino de las constantes modificaciones de un campo eléctrico.

El descubrimiento de Maxwell no explicó, sin embargo, por qué sólo vemos la luz que se propaga en ondas de cierta longitud. De aquél parecía deducirse que podían existir ondas electromagnéticas de cualquier longitud, aunque nosotros no supiéramos cómo producirlas. A los pocos años, en 1880, un científico alemán llamado Enrique Hertz logró producir ondas electromagnéticas de longitud completamente diferente de las de la luz. Y las nuevas ondas hertzianas resulta-

ron ser la clave de la transmisión por radio.

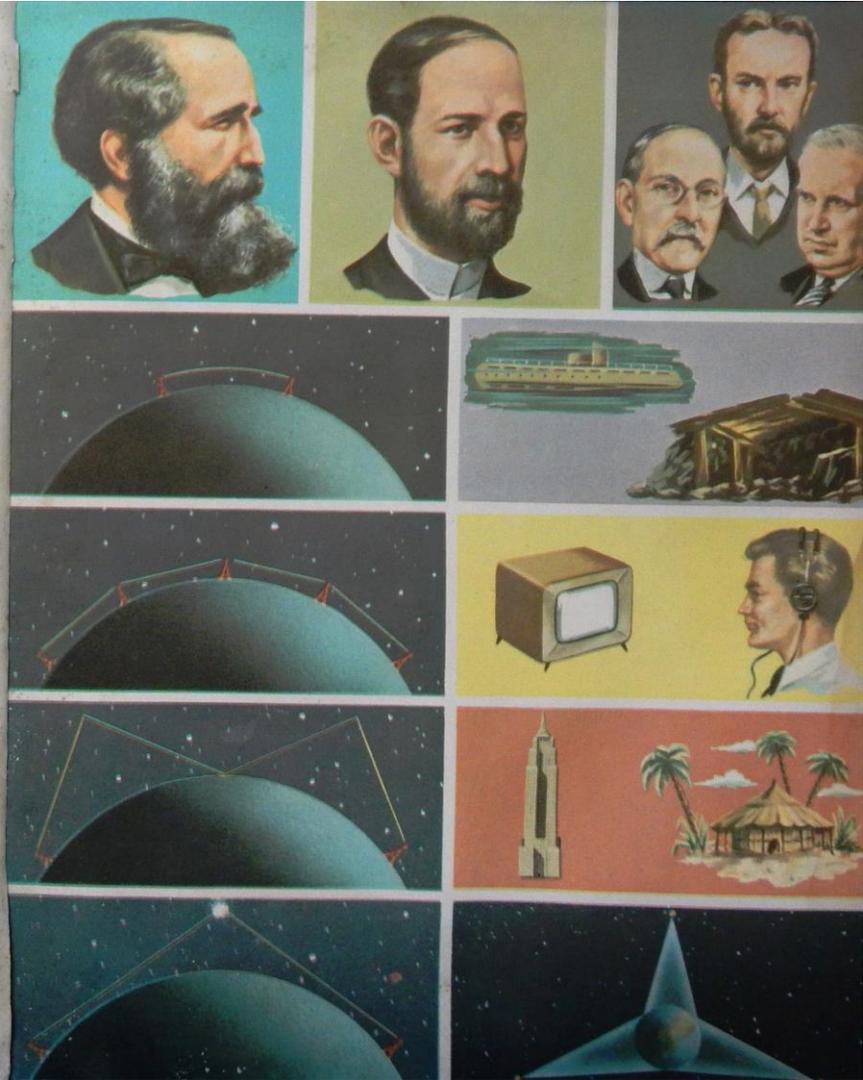
En 1896 un inventor joven, Guillermo Marconi, patentó el primer telégrafo inalámbrico. En 1899 se usó por primera vez para salvar vidas en el mar; en 1901 las primeras señales inalámbricas se enviaron a través del Atlántico; y hacia 1914 el telégrafo sin hilos había forjado una nueva unión entre los continentes. En pocos años el invento de micrófonos, auriculares y altoparlantes hizo posible enviar no sólo puntos y rayas, sino también el sonido de la voz humana a través de grandes distancias sin cables.

Pero las ondas electromagnéticas, que fácilmente se propagan en línea recta a través del aire o del vacío, difícilmente lo hacen a través del agua o de la tierra; y es un problema difícil dirigir las desde un lugar a otro distante, debido a la curvatura de la Tierra.

A través de una distancia relativamente corta esto se puede hacer enviando la señal de radio desde una antena elevada hasta otra, como se ve en el primer diagrama de la izquierda. Para distancias algo mayores se usan varios relevadores de esas antenas, como en el segundo diagrama. Pero para distancias aún mayores usamos el método que se ve en el tercer diagrama. Es decir, enviamos señales de una limitada longitud de onda a una cierta elevada capa de la atmósfera, donde son reflejadas como en un espejo. Esta capa, llamada la ionosfera, y su propiedad de reflejar las ondas de radio debido a su alto contenido de electrones libres, fue descubierta por el trabajo de hombres tales como Heaviside, Kennelly y Appleton.

El diagrama de abajo, a la izquierda, muestra cómo pronto podremos reflejar ondas de radio mediante una nube hecha por el hombre, que actúe como la ionosfera. El diagrama de abajo, a la derecha, muestra cómo tres equidistantes satélites artificiales podrán algún día suministrar un método de reflejar ondas cortas, apropiadas para la televisión y dirigir las a todas las partes de la Tierra.

ARRIBA: Clerk Maxwell, Hertz, Kennelly y Appleton. IZQUIERDA: Enviando ondas de radio a distancias diferentes. DERECHA: Las señales destinadas a los submarinos o minas exigen ondas terrestres, no ondas de radio. Las señales de televisión son transmitidas por ondas cortas. Para los mensajes a larga distancia es necesario que reboten las ondas en la ionosfera. ABAJO, DERECHA: Haciendo rebotar ondas en los satélites.



Nuevas Formas de Hacer Figuras

Menos de un siglo transcurrió entre la invención del telégrafo eléctrico y la de la radio, tal como la conocemos hoy; y durante ese lapso el progreso en la producción de mensajes audibles corrió parejo con el progreso en la producción de mensajes visuales. Porque aunque el hombre ha estado haciendo figuras inmóviles desde los tiempos de las pinturas en las cavernas, sólo en este siglo ha aprendido a hacer figuras móviles.

Desde que se inventó la cámara oscura se siguió que apareciese una imagen sobre una pantalla; pero al principio sólo se pudo proyectar figuras de cosas sólidas y reales. Luego, en 1646, un alemán llamado Atanasio Kircher dio un gran paso adelante. Pintó una pequeña figura en un vidrio, colocó una lente delante de ella y una luz brillante detrás, y así proyectó una gran imagen de la figura en la pantalla. A los pocos años, un danés, Walgenstein, y un francés, De Chales, mejoraron el invento de Kircher y produjeron las primeras linternas mágicas.

A mediados del siglo XIX, cuando se pudo tomar fotografías en placas de vidrio, la linterna mágica se hizo muy popular como medio de entretenimiento; pero todavía eran muy pocas las perspectivas de que alguna vez se pudiese llegar a mostrar figuras en movimiento. Pero un conocimiento mantenía la esperanza: los hombres de ciencia ya sabían que la retina del ojo humano retiene la impresión de lo que ve durante una fracción de segundo después que el objeto se retira o se cubre. De este modo, si vemos dos figuras en muy rápida sucesión, tenemos la impresión, no de dos figuras separadas, sino de una que se ha movido ligeramente.

Precisamente cuando la linterna mágica alcanzaba la cumbre de su popularidad, varios científicos se ocuparon de crear juguetes basados en tal fenómeno. Estos juguetes tenían muchos nombres curiosos, tales como zootropo, taumatropo, zoopraxiscopio y fenascuiscopio, pero todos funcionaban de manera parecida. Consistían en un disco o rueda con varias figuras simples

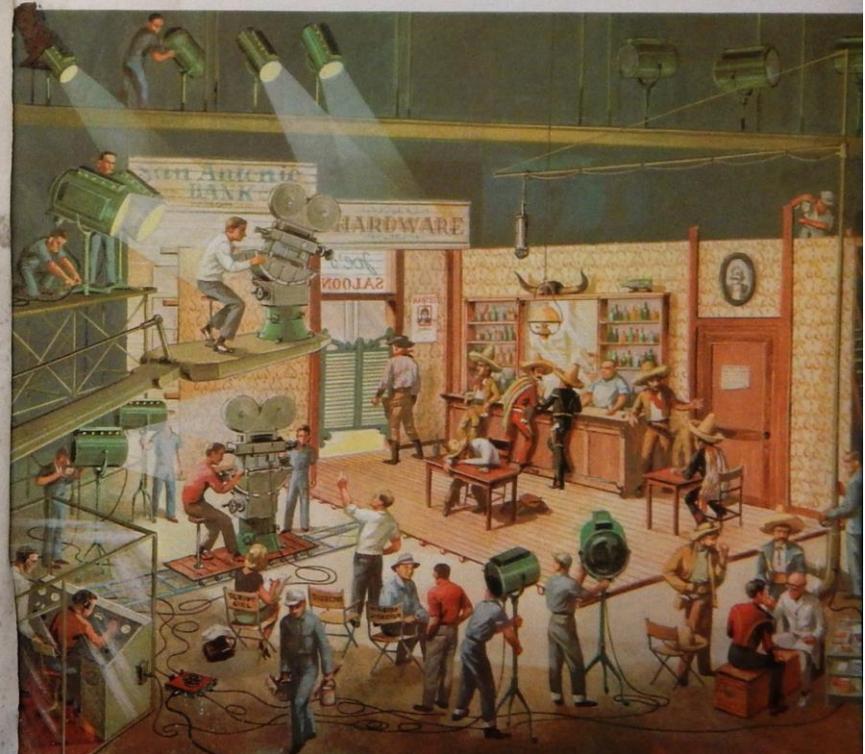
pintadas sobre él, cada una de las cuales difería ligeramente en posición de la que le precedía. Haciendo girar la rueda o el disco y mirando a través de una ranura, se tenía la impresión de un movimiento muy simple, tal como el de un caballo al galope o un muchacho saltando.

Se pensó, entonces, que si se pasaban figuras transparentes similares en rápida sucesión detrás de la lente de una linterna mágica, se podían proyectar figuras en movimiento en una pantalla. Pero para hacer una película que durase sólo unos minutos, se necesitarían centenares de placas de vidrio diferentes. ¿Cómo podrían mantenerse en movimiento estas frágiles placas?

La solución del problema vino de manera inesperada, cuando un impresor estadounidense, Hyatt, inventó el celuloide transparente. A fines de 1880, otro estadounidense, Eastman, fabricó largos rollos de celuloide muy flexible cubiertos con una emulsión fotosensible, apta para la fotografía. De allí en adelante fue posible tomar muchas fotografías de objetos en movimiento, en rápida sucesión, sobre un largo rollo de película. Tomás Edison pronto se dio cuenta de que si la película se perforaba para poder desenrollarla a velocidad uniforme detrás de la lente de una linterna mágica, el problema de proyectar películas en una pantalla estaba resuelto. Pero, en realidad, tantos inventores tomaron parte en la producción de cámaras cinematográficas y proyectores de películas, cada vez mejores, que sería poco menos que imposible nombrarlos a todos. Sin embargo, dos de estos innovadores, los hermanos Lumière, merecen colocarse al frente. Ellos proyectaron una de las primeras películas, llamada *Obreros saliendo de una fábrica*, ya en marzo de 1895.

La ilustración de enfrente nos recuerda que las películas son, en primer término, un medio de entretenimiento. Pero constituyen también un poderoso método de transmitir útiles informaciones; por ejemplo, mostrar cómo era y cómo vivía la gente de otros tiempos y de otros lugares. La cinematografía con cámara lenta también capacita a nuestra vista y a nuestro cerebro para darse plena cuenta de procesos que en la vida real ocurren con demasiada rapidez para que puedan ser debidamente percibidos.

ARRIBA, IZQUIERDA: Fenascuiscopio.
ARRIBA, CENTRO: Los hermanos Lumière.
ARRIBA, DERECHA: Películas de 16 y de 35 mm.
ABAJO: Rodando un filme.



El Cinematógrafo de Hoy

En el transcurso de treinta años las películas llegaron a ser muy populares. Nombres de actores como Rodolfo Valentino, Douglas Fairbanks, María Pickford, Haroldo Lloyd y Carlos Chaplin se conocieron en todos los rincones del mundo.

Sin embargo, durante estos treinta años todas las películas eran mudas, y fue en 1928 cuando la voz de un cantor, casi desconocido, Al Jolson, se oyó surgir de la pantalla, durante el curso de una película sentimental.

Parece extraño que las películas habladas demoraran tanto, porque Tomás Alva Edison había inventado un método de grabar el sonido alrededor de 1870. En el fonógrafo de Edison, las ondas sonoras producidas por la voz hacían que un diafragma, provisto de una aguja en la punta, marcara surcos en zigzag en la cubierta encerada de un cilindro giratorio. Aunque diferían mucho en calidad, sus grabaciones en cilindros fonográficos eran similares a las de los discos de hoy. Pero el gran problema para las compañías filmadoras era cómo sincronizar los sonidos grabados con los movimientos de los labios de los actores en la pantalla, porque sería ridículo oír las palabras procediendo de la pantalla un momento después que los actores hayan cerrado la boca. Este problema fue resuelto, finalmente, haciendo que las voces convertidas en impulsos luminosos fotografiasen una línea en zigzag en la banda de sonido de la película de celuloide.

En 1930, con el progreso de la fotografía en color, más y más películas coloreadas aparecieron en la pantalla. Desde entonces, y especialmente desde que la televisión empezó a ser una seria competidora, el cine ha empleado muchas técnicas nuevas, algunas de las cuales se ven en la lámina de enfrente.

Una cámara cinematográfica no da normalmente la misma sensación o visión tridimensional que la escena que presenciamos directamente. Sólo nos da la visión bidimensional, que obtendríamos si usáramos un solo ojo y cubriéramos el otro. La impresión de profundidad que logramos con los ojos viene del hecho de que

cada uno de ellos ve la escena desde un ángulo ligeramente distinto, y así dos figuras, un poco diferentes y sobrepuestas, son transmitidas a nuestro cerebro. Las compañías filmadoras descubrieron que era posible usar dos cámaras cinematográficas, colocadas un poco separadas, y así producir dos imágenes algo diferentes y superpuestas en la pantalla. Mirando estas imágenes borrosas o películas estereoscópicas, a través de anteojos especiales, el público del cine lograba una real impresión de profundidad. Pero su producción resultaba difícil y costosa.

La segunda fila de ilustraciones muestra cómo las modernas películas nos dan sonido estereofónico. En la vida real no oímos todos los sonidos como procedentes de un solo punto, sino que nos llegan desde muchas direcciones. Para hacer películas con sonido estereofónico, se colocan varios micrófonos en posiciones diferentes. Cada uno produce su propia banda de sonido, y en el cine cada una de éstas se transmite al público por medio de un altoparlante colocado en un lugar diferente de la sala.

La tercera fila de ilustraciones muestra uno de los principios utilizados en un sistema de pantalla ancha. Si fotografiamos, por ejemplo, un barco, a través de una lente común, la imagen en la película estará en proporciones correctas en el ancho y largo. Si lo fotografiamos a través de la lente "encogida" inventada por el profesor Chrétien, una imagen más amplia de aquél será comprimida en el mismo ancho de película. La fotografía resultante no se debe proyectar en la pantalla a través de una lente común, porque habría distorsión. Pero si se proyecta a través de otra lente "comprimida", obtenemos una imagen muy ancha sobre la pantalla.

El sistema del cinerama (ilustraciones de abajo) usa tres cámaras de cine, cada una de las cuales cubre parte del campo visual. Las tres películas resultantes, proyectadas en una gran pantalla convexa por tres proyectores separados, producen magníficas escenas panorámicas con una poderosa impresión de profundidad.

ARRIBA: Principio y aplicación de cinematografía estereoscópica.
SEGUNDA FILA: Grabación y reproducción de sonido estereofónico.
TERCERA FILA: Fotografía en lente "comprimida" para proyección en pantalla ancha.
ABAJO: Fotografía y proyección de películas según el sistema del cinerama.



Películas Pintadas por Electrones

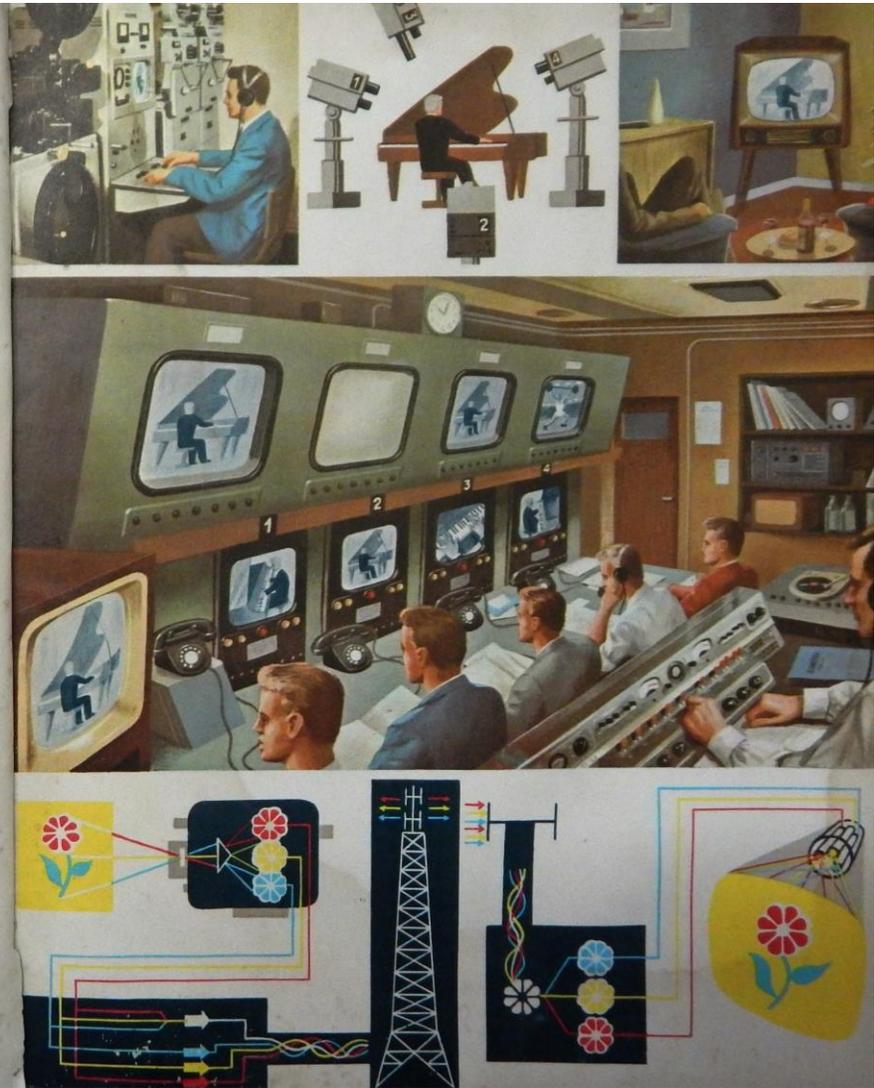
La televisión, como el cine, es posible sólo porque en la retina persiste la imagen durante una fracción de segundo después que desaparece el objeto que la produce. Este fenómeno se puede poner en evidencia de muchas maneras, una de las cuales es mediante el disco de Nipkov, inventado alrededor de 1880. Este disco tenía muchas pequeñas "ventanas" cuadradas, colocadas siguiendo una espiral. Cuando se lo hacía girar, con una figura colocada detrás, cada ventanita mostraba por turno un punto diferente de la figura. Pero si el disco giraba a suficiente velocidad, cualquiera que mirase a través de él veía lo que parecía la figura completa, porque la impresión de cada punto duraba en la retina hasta haber pasado todos los demás.

Antes de que pudiera utilizarse un artificio de este tipo para transmitir una imagen por medio de ondas de radio, fue necesario lograr que la luz que pasaba por cada ventanita actuara sobre una corriente eléctrica. La clave para resolver este problema la dio otra invención del siglo XIX, la célula fotoeléctrica. Esta célula permite el pasaje de una fuerte corriente eléctrica cuando cae sobre ella una luz fuerte, una corriente débil cuando recibe una luz débil y ninguna corriente cuando no le da ninguna luz. Podremos comprender algo de cómo funciona una cámara de televisión, si pensamos en combinar un sistema "analizador" con una célula fotoeléctrica. Durante la pequeña fracción de segundo necesaria para tomar una sola imagen, el "analizador", que podría ser un disco de Nipkov, permite que la luz de punto tras punto de la imagen a transmitir vaya cayendo sobre la célula fotoeléctrica. Cuando la célula recibe luz de un punto brillante, deja pasar una fuerte corriente. Cuando sólo recibe una iluminación débil desde un punto oscuro de la imagen, deja pasar una corriente débil. Cuando no le llega ninguna luz, por tratarse de un punto completamente negro de la imagen, no pasa ninguna corriente. Cada variación en la

intensidad de la corriente produce idénticas variaciones en las ondas electromagnéticas enviadas desde la antena transmisora de la estación de televisión. Estas ondas variables llegan a las antenas de millones de aparatos de televisión y en cada aparato producen variaciones correspondientes en la intensidad del haz de electrones que barre la pantalla del tubo de rayos catódicos punto por punto, exactamente en el mismo orden en que el aparato analizador barrió la imagen a transmitir. Cuando este haz de electrones golpea en la pantalla con gran intensidad, produce un punto brillante en la pantalla fluorescente; cuando lo hace con menor intensidad produce una iluminación más débil; cuando se interrumpe por tratarse de un punto negro de la imagen, no golpea la pantalla y, por lo tanto, no produce ninguna iluminación. Cada punto iluminado aparece durante una fracción infinitesimal de segundo, pero debido a la persistencia de las imágenes en la retina, los vemos todos simultáneamente como una figura única y completa. Para ello es necesario que se transmitan veinticinco o más imágenes completas por segundo, ya que la retina retiene las imágenes alrededor de 1/20 de segundo. Hoy las cámaras de televisión utilizan maravillosos "ojos" electrónicos llamados iconoscopios (*icon* = imagen; *scopein* = ver).

La ilustración del centro, enfrente, representa un cuarto de control de una estación de televisión. Las pantallas de arriba, de izquierda a derecha, representan monitor, transmisión de filmes, aparato de recepción y otras estaciones. La que está abajo, a la izquierda, se usa para el control de la calidad, mientras las pantallas numeradas muestran vistas de las cámaras 1, 2, 3 y 4, respectivamente. El diagrama altamente simplificado de abajo, muestra el principio de la televisión en colores, la última técnica que el hombre ha ideado para transmitir informaciones. El objeto a transmitirse se transforma en tres imágenes separadas, una roja, una amarilla y una azul. Un selector envía las tres imágenes a la antena de transmisión, y en el extremo receptor, otro selector envía las tres imágenes al tubo de rayos catódicos, donde son recombinadas en una imagen a todo color.

ARRIBA: Filmando para televisión; colocando las cámaras 1, 2, 3 y 4; imagen en la pantalla receptora.
CENTRO: Cuarto de control de una estación de televisión.
ABAJO: Principio de la transmisión y recepción de la televisión en colores.



La Exploración de Otros Mundos

Tanto los medios como los motivos y las oportunidades, toman parte en la explicación del cómo, por qué, cuándo y dónde se realizaron las grandes invenciones. Sin embargo, la humanidad da, a veces, tremendos pasos en el progreso técnico, sin ningún motivo obvio: el hombre descubre cosas simplemente porque tiene curiosidad, y de pronto se da cuenta de que lo descubierto le abre maravillosas posibilidades de progreso.

El hombre ha estudiado el cielo durante miles de años. Unas veces lo ha hecho con un fin práctico, pero muchas otras simplemente porque ha tenido curiosidad de saber más acerca del Sol, la Luna y los planetas. Y en diferentes oportunidades, las cosas que el hombre ha descubierto por mera curiosidad, resultaron ser de enorme importancia. Por ejemplo: hace más de 90 años, sir Norman Lockyer descubrió en el Sol un elemento desconocido en la Tierra, y lo llamó helio. Antes de que pasaran 30 años, el helio fue descubierto también en la Tierra. Y como el helio se transforma de gas en líquido a una temperatura extremadamente baja, ha hecho aparecer una rama importante de la ciencia llamada física de las bajas temperaturas. Por otra parte, al tratar de explicarse cómo las estrellas producen semejante calor durante tantos millones de años, los astrónomos advirtieron que son las reacciones atómicas las que producen altísimas temperaturas dentro de las estrellas, todo esto antes de que ellos mismos pudieran producir dichas reacciones en la Tierra.

Sin embargo, durante la mayor parte de la historia de la humanidad, los astrónomos no pudieron examinar el cielo más que a simple vista, porque los telescopios fueron inventados a principios del siglo XVII. Los primeros fueron contruidos probablemente por Juan Lippershey, o por Zacarías Jansen, ambos fabricantes de anteojos. Pero el hombre que transformó el telescopio de una mera novedad en un modo nuevo de explorar otros mundos fue Galileo.

El primer instrumento que fabricó, en 1609,

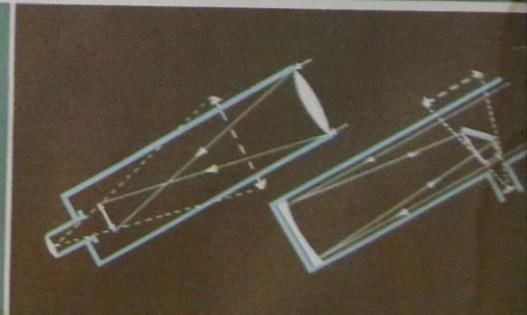
aumentaba los objetos sólo 9 veces; pero los posteriores los aumentaban 25. Con telescopios de esta clase, Galileo fue el primer hombre que vio claramente el anillo de Saturno, las montañas y cráteres de la Luna, y cuatro de los grandes satélites mayores del planeta Júpiter.

En la página de enfrente (centro, derecha) se ven dos tipos de telescopio, un refractor a la izquierda y un reflector a la derecha. Galileo usó un refractor, en el cual la luz pasaba a través de una gran lente, llamada objetivo, situada en un extremo del tubo, y formaba una imagen que era agrandada y observada por medio de otra lente: el ocular. El vidrio que se usaba en tiempos de Galileo causaba una aureola de color en los bordes de la lente, y así se hacía difícil ver con claridad. Para evitar esto, los astrónomos posteriores, incluyendo a Newton, hicieron telescopios de reflexión. En ellos, la imagen producida por un gran espejo cóncavo es agrandada y observada por medio de otra lente llamada ocular.

Por desgracia, los espejos de los tiempos de Newton absorbían una gran parte de la luz, y esto hacía difícil ver estrellas tenues con el telescopio de reflexión. Hoy se usan ambas clases de telescopio; pero la mayoría de los realmente grandes son del tipo de reflexión. Ello es debido a que ahora podemos fabricar grandes espejos que absorben muy poca luz, pero todavía es difícil obtener grandes lentes sin burbujas de aire en el interior del cristal, y esas burbujas pueden producir distorsión.

Un telescopio grande moderno es un instrumento pesado y necesita una montura fuerte, que le permita barrer una amplia zona del cielo. También debe existir la posibilidad de que el telescopio señale siempre la misma estrella, durante varias horas, aunque la rotación de la Tierra haga parecer que la estrella se mueve en círculo. Enfrente vemos tres diferentes monturas. La de la izquierda es muy fuerte, pero limita el alcance del telescopio. La del medio tiene más libertad de movimiento, pero no es tan fuerte. La tercera combina la fuerza con la libertad de movimiento, pero es muy costosa.

ARRIBA: Galileo y una de las primeras observaciones con su telescopio, en Venecia.
CENTRO, IZQUIERDA: Principio del montaje de un telescopio.
CENTRO, DERECHA: Telescopio de refracción y telescopio de reflexión.
ABAJO: Tres clases de montura.



El Camino a las Estrellas

Cuanto mayor es un telescopio, más cuesta construirlo y montarlo. ¿Por qué razón, entonces, los astrónomos continúan exigiendo telescopios cada vez más grandes?

Hay dos razones principales. La primera es que los telescopios grandes recogen luz mucho más eficientemente que los pequeños, y esto es sobre todo importante cuando un astrónomo desea observar una estrella que envía sólo tenue luz a la Tierra. Ahora bien, una estrella puede aparecer menos brillante que otra, simplemente porque en verdad lo es y por lo tanto emite menos radiaciones. Pero, muy a menudo, una estrella parece ser menos brillante que otra solamente porque está mucho más lejos de nosotros. Puede ocurrir que la estrella lejana produzca en realidad mucha más radiación que la cercana, pero que, por la inmensa distancia, parezca más débil. De manera que, con un telescopio pequeño, podemos ver sólo las estrellas brillantes y cercanas, mientras que con uno grande podemos ver también las más débiles y distantes.

La segunda razón para preferir telescopios grandes no es menos importante, pero es algo más difícil de comprender. Si desde una distancia de 30 metros mira uno dos pelotas de golf colocadas a una distancia de 30 centímetros una de otra, ve claramente las dos pelotas. Pero si las mira desde una milla de distancia, probablemente verá sólo algo blanco y tendrá gran dificultad en apreciar si son tres, dos o sólo una pelota. Hallándose bastante cerca de ambas pelotas, el ángulo entre ellas es bastante grande; pero cuanto más se aleja uno, más pequeño se hace el ángulo, y el ojo humano raramente puede distinguir dos cosas separadas si el ángulo entre ellas es de menos de $\frac{1}{60}$ (una sesentava parte) de grado.

Ningún astrónomo quiere observar un distante punto luminoso sin saber si está mirando una estrella o dos, y en este caso un telescopio de

gran tamaño resulta muy útil. Hasta un pequeño telescopio puede capacitar al astrónomo para distinguir dos estrellas separadas por $\frac{1}{1.000}$ (una milésima) de grado; pero uno realmente grande le permitirá distinguir dos estrellas separadas por menos de $\frac{1}{40.000}$ de grado.

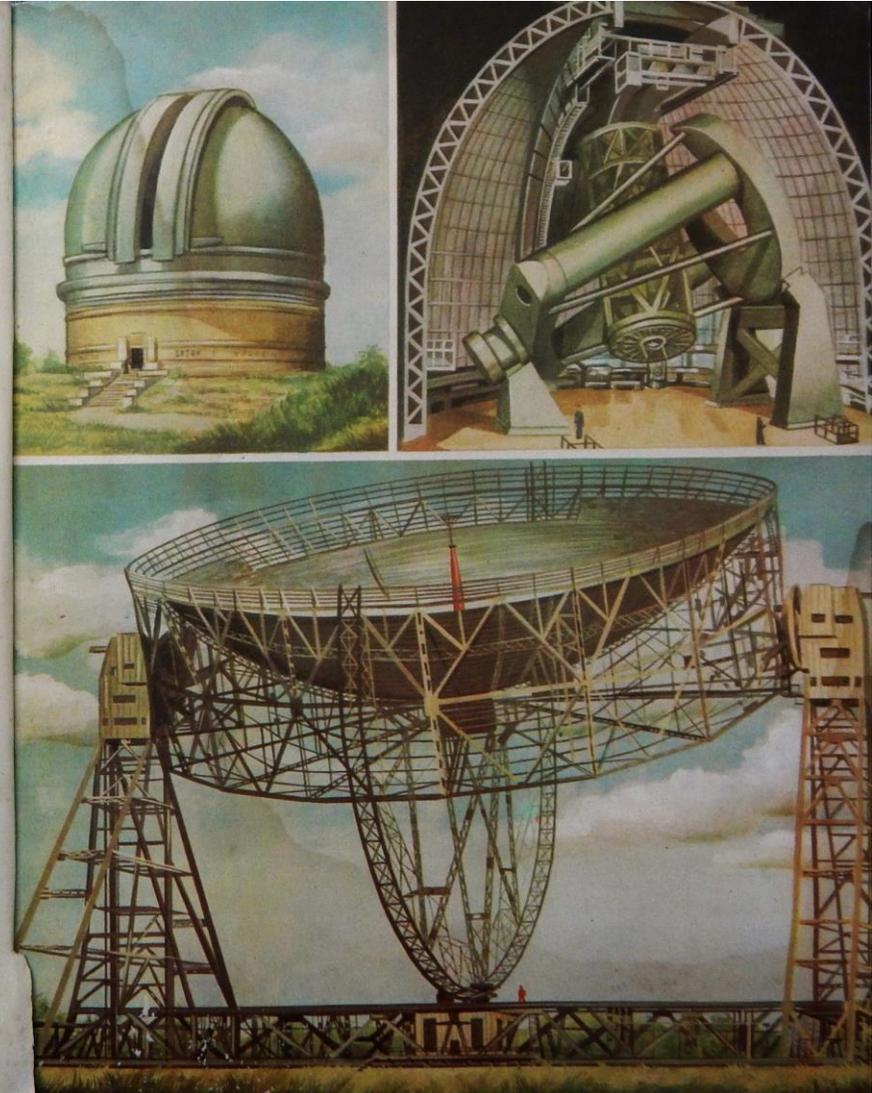
El telescopio más grande del mundo, en la actualidad, es el gigantesco Hale del Observatorio del Monte Palomar (California). Su inmenso espejo de 5 metros tardó ocho meses en enfriarse después de ser fundido, y demoraron varios años en darle forma y pulirlo a la perfección. El instrumento completo, juntamente con su "armazón", pesa 125 toneladas.

El enorme costo y el trabajo que significó la construcción del telescopio Hale se han visto más que justificados, porque han redundado en beneficio del conocimiento del cielo. Con su ayuda, los astrónomos han observado y catalogado exactamente la posición de miles de estrellas antes desconocidas. Al usar dicho telescopio fotográficamente, han fotografiado galaxias que distaban hasta 2.000 millones de años de luz (un año de luz es aproximadamente 9.000.000.000.000 de km.). No es extraño que la carretera que conduce a la cúpula del Observatorio del Monte Palomar se llame "el camino a las estrellas".

¿Es posible hacer telescopios aún más grandes y así fotografiar estrellas aún más distantes? La respuesta es que sería enormemente difícil. Los espejos de vidrio para telescopios deben ser extremadamente exactos y, cuanto más grandes son, resulta más difícil lograr la exactitud necesaria.

Afortunadamente hay ahora otra manera de conocer mejor el cielo. Las estrellas emiten no sólo ondas de luz, sino también ondas electromagnéticas, y es posible reflejar estas ondas y enfocarlas con espejos de metal. Los espejos de esta clase, usados en radiotelescopios, no exigen tanta exactitud. Por lo tanto se pueden hacer mucho más grandes y obtener información de regiones aún más remotas del universo. El radiotelescopio más grande construido hasta ahora es el de Jodrell Bank (Inglaterra). Su gran radioespejo tiene un diámetro de 75 metros.

ARRIBA, IZQUIERDA: Cúpula del Observatorio del Monte Palomar.
ARRIBA, DERECHA: Interior de la cúpula, que muestra el tamaño del telescopio Hale comparado con el tamaño del hombre.
ABAJO: El gran radiotelescopio de Jodrell Bank.



Planeando los Viajes Espaciales

Un radiotelescopio no nos da la misma clase de información acerca de las estrellas que un telescopio común, porque no podemos ver las radiaciones electromagnéticas que capta, ni las podemos fotografiar.

En cambio, son enfocadas en una antena y conducidas por cables a un radioreceptor. Allí, las variaciones en la intensidad de las radiaciones producen cambios en la intensidad de una corriente eléctrica, y esta corriente se usa para hacer funcionar un instrumento registrador. Este instrumento registra el total de las radiaciones electromagnéticas que proceden de la zona del cielo a la cual apunta el telescopio en cierto momento; pero no indica al astrónomo si la radiación procede de una, de varias, o de un gran número de estrellas. Sin embargo, el astrónomo sabe aproximadamente cuánta radiación es posible esperar de las estrellas que su telescopio visual muestra, y se puede formar una opinión razonable sobre qué es lo que emite el excedente.

Por varios métodos —demasiado complicados de entender sin un largo estudio de física y matemáticas, pero probados y experimentados durante muchos años—, los astrónomos han podido calcular la distancia, el tamaño, la masa y la composición química de un gran número de estrellas. Con todos estos datos, también pueden calcular las temperaturas. Las estrellas más frías, llamadas estrellas tipo M, pueden tener una temperatura superficial de 3.000° centígrados; las más calientes, o estrellas tipo O, tienen temperaturas muy altas, de más de 35.000° centígrados. Y todas ellas tienen más temperatura en su interior que en la superficie. De modo que si el hombre encuentra algún día la manera de atravesar las distancias, inimaginables y enormes, que nos separan de las estrellas más próximas, es muy improbable que jamás pueda acercarse lo bastante como para aprender algo directamente de ellas. Sin embargo, puede aprender mucho si se aventura sólo a una distancia relativamente corta en el espacio. Porque la gruesa capa de aire

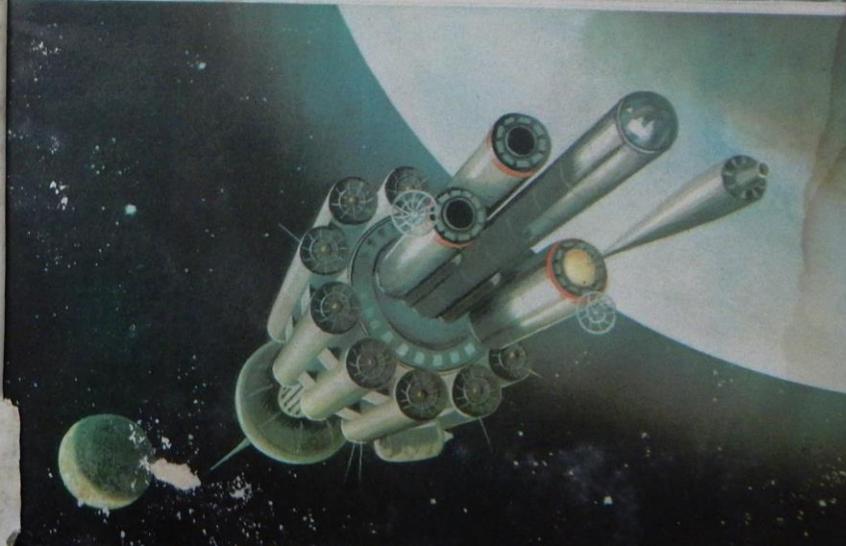
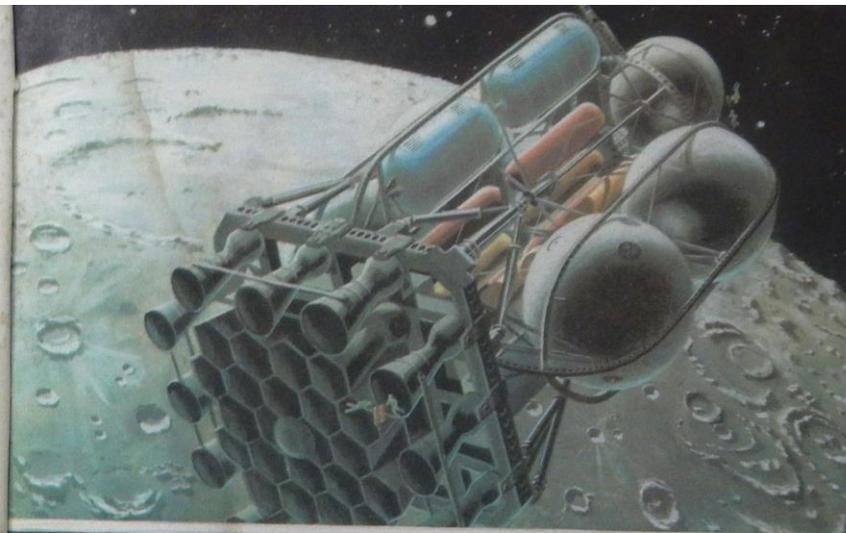
que rodea nuestro planeta, impide que bastantes ondas de luz y ondas electromagnéticas lleguen a la Tierra. Enviando instrumentos detectores más allá de la atmósfera, en satélites artificiales, los hombres de ciencia han aprendido mucho acerca de los cinturones de radiación alrededor de la Tierra (los cinturones que producen las auroras boreales).

Si llega el día en que los astrónomos puedan establecer observatorios fuera del cinturón de aire de la tierra, nadie puede predecir qué descubrimientos nuevos seguirán. Un cohete ruso ya ha descendido en la Luna, que no tiene aire; otro la ha rodeado, transmitiendo a la Tierra fotografías del lado que nunca vemos. También astronautas han surcado el espacio. ¿Será posible desembarcar en la Luna instrumentos científicos que los astrónomos puedan manejar por control remoto?

La figura de arriba muestra cómo el gran experto en cohetes, Werner von Braun, pensó primero en la manera de hacerlo. El vehículo espacial que él imaginó no tendría superficies diseñadas para usar el impulso ascensional del aire porque, partiendo de un gran satélite artificial, viajaría donde no hay aire. Por la misma razón, no habría necesidad de hacerlo aerodinámico. Su tarea principal sería desembarcar suavemente en la Luna, para no romper ninguno de los delicados instrumentos que llevase. Aquí es donde entrarían a actuar los cohetes del navío. Al acercarse a la Luna, y a medida que la gravedad del satélite los atrajera hacia abajo más y más velozmente, estos cohetes dirigidos hacia la superficie de la Luna ejercerían una presión hacia el lado opuesto, y así obrarían como frenos.

La ilustración de abajo representa un proyecto aún más atrevido, ideado por el científico ruso Alejandro Sternfeld, que tomó parte en los diseños de los *luniks* de su país. Su vehículo espacial, diseñado para moverse en largas y angostas órbitas elípticas alrededor de Marte o Venus, a veces pasaría cerca de la Tierra. Sería posible tomar pasajeros allí y llevarlos a otros planetas, los cuales, a diferencia de las estrellas, no están intolerablemente calientes ni a distancias tan inimaginables de la Tierra.

ARRIBA: Innovador proyecto de Werner von Braun: vehículo espacial capaz de ejecutar un aterrizaje controlado en la Luna.
ABAJO: Proyecto de Alejandro Sternfeld: vehículo espacial capaz de llevar personas a planetas cercanos.



Máquinas para Admirar y Entretenerse

Las máquinas automáticas que los hombres de ciencia han inventado para experimentos en el espacio, son maravillas de complejidad, ingenio y eficiencia. Sin embargo, hasta hace unos siglos los únicos dispositivos mecánicos que el hombre conocía eran la palanca, la rueda, la polea, el cabrestante, el resorte, el sifón y la bomba. Se podría pensar que, con ese conocimiento tan limitado, habría poco margen para inventar máquinas automáticas, y no es así.

La mayoría de las máquinas automáticas fueron ideadas simplemente para causar admiración o para proporcionar entretenimiento. Herodoto, el gran historiador y viajero que vivió en el siglo V a. J. C., ha dejado una descripción de una que vio en Egipto. Era un teatro de marionetas, en el cual los movimientos de las figuras parece que eran causados por cuerdas y palancas escondidas. Unos dos siglos más tarde, ciertos artifices egipcios crearon un muñeco gigantesco de 3,6 metros de altura, el cual —movido por medio de cuerdas— podía servir bebidas a los invitados de un banquete.

En los tiempos de Cristo, se dice que Hero de Alejandría construyó una máquina aún más ingeniosa para abrir las puertas de un templo sin tocarlas. Debajo del altar colocó un recipiente cerrado, provisto de dos tubos y lleno de agua. Un tubo estaba conectado con el altar y el otro con un cubo abierto que estaba debajo. Cuando se prendía fuego, el aire de adentro del altar se calentaba, se expandía, y una parte de él penetraba por el tubo que conducía al recipiente de agua. El aire empujaba el agua del recipiente hacia el cubo. Al aumentar así el peso del cubo, éste tiraba de unas sogas conectadas a las puertas del templo, y las abría.

La invención de Hero era muy diferente de las otras. Los muñecos o marionetas se movían solamente cuando alguien tiraba de las cuerdas;

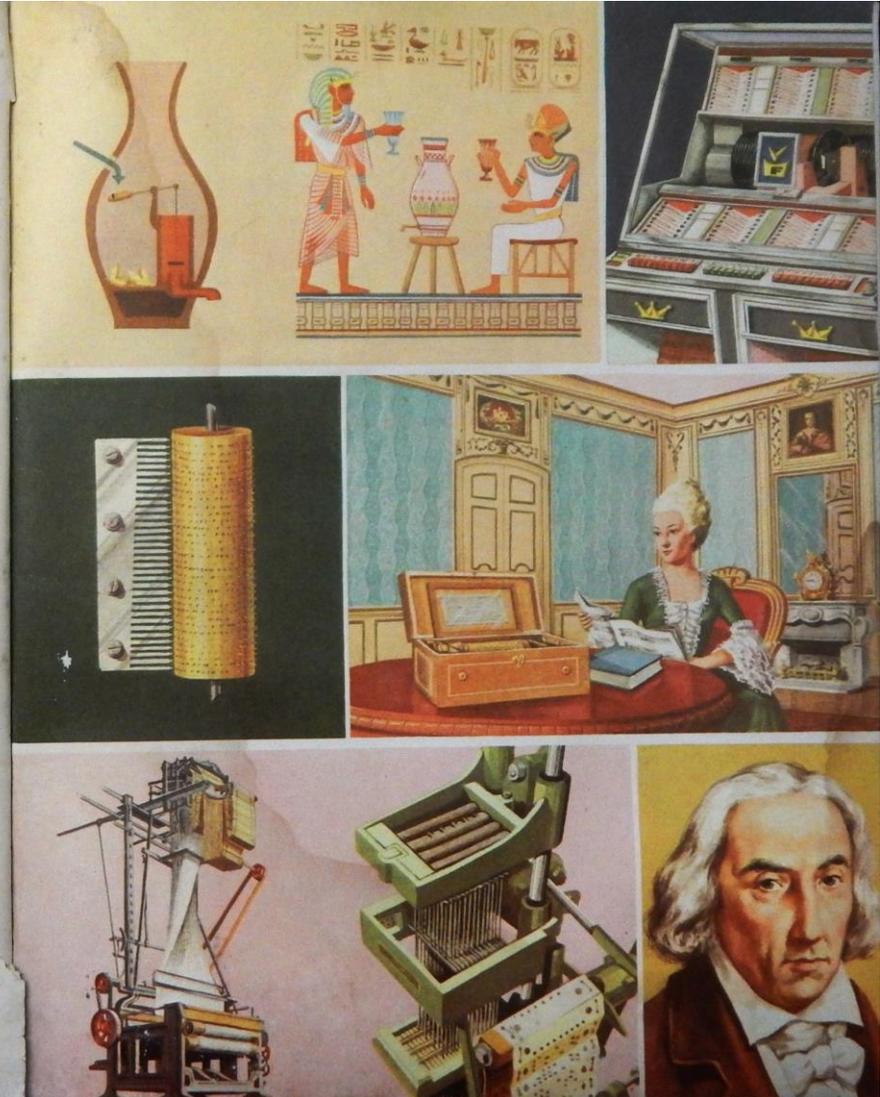
pero la máquina de Hero seguía funcionando después de realizarse la operación de prender el fuego. Eso es lo que hoy esperamos de una máquina automática: una simple operación debe iniciar una cadena de movimientos, que concluyan en el que deseamos.

Una sencilla máquina que hacía esto era la máquina egipcia tragamonedas, de servicio automático, que vemos en la figura de arriba (izquierda). Alguien dejaba caer una moneda por la ranura. El peso de la moneda hacía presión sobre el extremo de una palanca. El otro extremo se levantaba haciendo subir una vara y abriendo una canilla. Por un momento, de la canilla fluía vino. Para entonces la moneda había caído del otro extremo de la palanca, porque ése estaba inclinado hacia abajo. Así el extremo conectado con la vara era ahora más pesado. Por lo tanto caía y cerraba la canilla una vez más. La simple operación de dejar caer una moneda había dado lugar a una larga cadena de movimientos, que terminaban en el requerido: la entrega de una cantidad fija de vino.

Las cajitas de música, que se hicieron muy populares en Europa durante el siglo XVIII, ofrecían una serie de movimientos semejantes. Alguien abría la tapa y ésta soltaba un pestillo, permitiendo así que se desenrollara un resorte. El resorte, al desenrollarse, hacía girar un cilindro con muchas proyecciones como agujas. Cada aguja, por turno, tocaba una flexible tira de metal. Las tiras de metal cortas daban notas altas y las largas daban notas bajas. Así que el simple acto de abrir la tapa producía una melodía, que continuaba sonando hasta que el resorte terminaba de desenrollarse. Hoy el tocadiscos con tragamonedas, con sólo recibir una moneda, efectúa una cadena complicada de movimientos.

Después de las cajas de música, aparecieron los instrumentos musicales automáticos, que funcionaban al desenrollarse un rollo perforado de papel. Pero este principio tuvo una aplicación más amplia e importante. A fines del siglo XVIII, un inventor francés, José María Jacquard, usó rollos perforados para dictar el modelo que debía tejer un telar. La idea de Jacquard se usa hasta la fecha para producir toda clase de tejidos, así como encajes y alfombras.

ARRIBA: Máquinas automáticas del antiguo Egipto y de hoy.
CENTRO: Una caja musical del siglo XVIII.
ABAJO: Jacquard y el principio del tejido automático.



Máquinas que Funcionan por sí Mismas

En muchas máquinas automáticas modernas, la electricidad es parte vital para la producción de una serie de movimientos que provienen de una simple acción humana. Las máquinas expendedoras de boletos usadas en las estaciones del subterráneo de Londres —esas que dan un billete de cinco peniques y el vuelto de un penique a la moneda de seis— son un ejemplo típico. Cuando la moneda de seis peniques cae a través de la ranura, lo hace sobre el extremo de una palanca. El otro extremo se levanta y conecta un sistema eléctrico. Este sistema hace funcionar un electroimán y una imprenta en miniatura. El electroimán mueve una pequeña barra de hierro, que empuja un penique —de una pila de peniques— por un conducto, de modo que uno pueda recogerlo de un cajón. La pequeña imprenta que se pone en movimiento tiene cuatro pares de rodillos. Uno, sujetando el extremo de un largo rollo de cartulina, imprime el valor del boleto en él; el segundo imprime la fecha; el tercer par de rodillos, equipado de un borde cortante, corta el boleto impreso; el cuarto hace deslizar el extremo del boleto a través de una ranura y lo sostiene en posición hasta que uno lo retira.

En la máquina de boletos, el electroimán realiza el simple trabajo mecánico de empujar el penique hacia adelante, para hacerlo rodar por un conducto. Pero es posible usar otro electroimán para mover un interruptor que controla un segundo circuito eléctrico, y así sucesivamente. Esto forma un sistema de relés, que se pueden emplear para producir una complicada serie de movimientos, como en un ascensor automático, el cual, al contacto de un simple botón, cierra las puertas del ascensor, nos lleva al piso que indicamos; luego se para y nos abre la puerta.

Con un sistema de relés, tan sólo el primer circuito necesita una persona para conectarlo o desconectarlo; todo el resto es luego controlado por interruptores electromagnéticos. Pero algu-

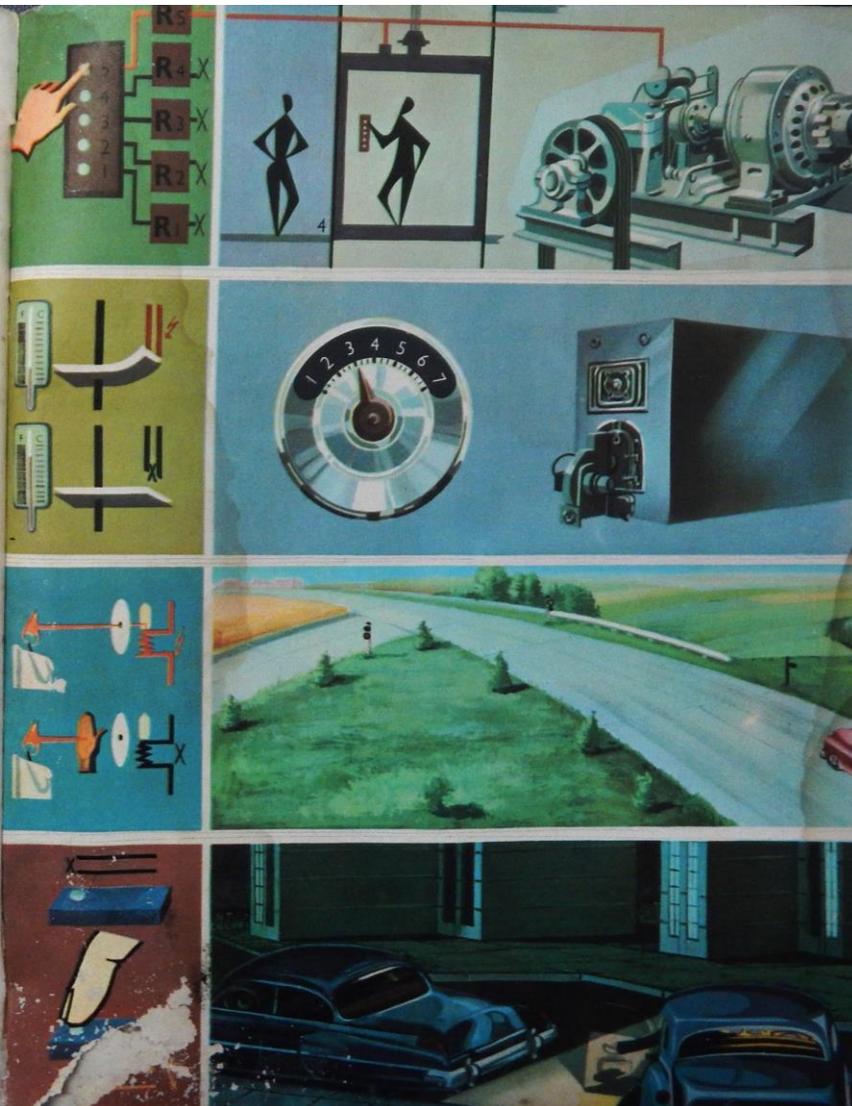
nas máquinas automáticas modernas no necesitan ningún contacto humano para conectarlas. En muchas cocinas y calefactores domésticos, por ejemplo, los interruptores son controlados enteramente por termostatos. Cuando la cocina o la habitación se calientan demasiado, la corriente se desconecta automáticamente; cuando se enfrían demasiado, se vuelve a conectar.

El segundo diagrama (izquierda) muestra cómo funciona un tipo de termostato. Está hecho de láminas firmemente adheridas, de dos metales diferentes, uno de los cuales, al calentarse, se dilata más que el otro. Mientras permanecen en la posición que se ve en la parte de arriba del diagrama, cierran un circuito eléctrico, y permiten que una corriente fluya a un calentador eléctrico. Cuando la temperatura se eleva, un metal se dilata más que el otro, las dos láminas se enderezan, abren el circuito eléctrico y desconectan el calefactor.

Otro interruptor automático es la célula fotoeléctrica, que permite el paso de una corriente cuando la luz incide sobre ella. En algunas ciudades las luces de las calles se controlan por estas células. Durante el día, abundante luz cae sobre la célula, y permite que pase una pequeña corriente a través de ella, la suficiente para hacer funcionar el pequeño electroimán que sostiene un interruptor magnético. Cuando oscurece, la célula no permite que la corriente pueda atravesarla. El electroimán deja de funcionar y el interruptor magnético cae. Al caer, cierra otro circuito eléctrico, y las luces de la calle se encienden. Al amanecer, la célula otra vez permitirá el paso de bastante corriente para hacer funcionar el imán; el imán levantará entonces el interruptor magnético y apagará las luces una vez más. En algunos lugares —especialmente en campo abierto, donde un camino angosto cruza una ruta muy transitada— las células fotoeléctricas hasta hacen funcionar señales de tránsito.

Las figuras de abajo muestran el interruptor por medio del cual las luces del interior de un automóvil se prenden cuando se abre la puerta y se apagan cuando se vuelve a cerrar.

ARRIBA: Relés de un ascensor automático.
SEGUNDA FILA: Cómo un termostato prende y apaga un calefactor.
TERCERA FILA: La célula fotoeléctrica, que se puede usar para controlar luces de señales.
ABAJO: Un interruptor de circuito de uso en un automóvil.



EPÍLOGO

Acuciado por la inexorabilidad de los elementos y las leyes naturales, el hombre debió plantearse, desde siempre, el problema impostergable de su subsistencia. La conservación de los alimentos, encarada ya en la más remota antigüedad, debió ser una de sus preocupaciones primordiales. Otra fase del acercamiento y dominio del medio, de gran importancia, fue el transporte: el hombre atraía hacia sí todo tipo de productos y energía, poniendo el mundo al alcance de su mano, al mismo tiempo que se acercaba a otros hombres, y ha llegado hoy, merced al extraordinario avance de la ciencia, a plantearse la posibilidad del viaje hacia otros mundos. Todo esto, además de las diferentes formas de publicación y conservación de conocimientos, ha sido planteado, analizado y explicado explícita y gráficamente en este libro, que une a su ajustada estructura didáctica el incentivo de sus numerosos problemas científicos tratados clara y sucintamente, a la medida del interés general.

Indice

- acueductos, 48
aeromave, 44
agua, provisión de, 48, 50
aire comprimido, 30
alfabetos, 62, 64, 76
alimentos, conservación de, 16, 18, 20
alimentos deshidratados, 20
altímetro, 56
América del Norte, 24
Ampère, 78
Appert, Nicolás, 18
Appleton, 80
árabes, 64
Australia, 14
automóviles, 34
automóviles, fabricación de, 28, 34
aviones, 44
azúcar, 14
- bacterias, 18
balsa, 22
Barcelona, 54
barcos atómicos, 38
barcos, construcción de, 36, 38
barcos de vapor, 38
Bell, Alejandro Graham, 78
Benz, Carlos, 34
Berbiest, Fernando, 24
Braun, Werner von, 46, 92
Bruseias, 50
- cacao, 14
café, 14
calefacción, 30
calendario, 58
calorías, 56
cámara, 70
cámara oscura, 70
- Canadá, 42
caracteres rúnicos, 62
carbón, 28
cebada, 14
célula fotoeléctrica, 96
celuloide, 82
cerdos, cría de, 12
cinematógrafo, 82, 84
cinerama, 84
Clayton, Dean, 30
Clerk-Maxwell, Jacobo, 80
cloro, 50
cohetes, 46, 92
cohetes V₁ y V₂, 46
Colón, Cristóbal, 36, 60
color, separación del, 72
combustión interna, motores de, 34
Coster, Lorenzo, 64
Cruzadas, 64
- champán, 14
China, 64
chorro, motores de, 34
Chrétien, profesor, 84
- Daguerre, 70
Daimler, Teófilo, 34, 42
De Chales, 82
Delambre, 54
Diesel, motores, 34, 42
Diesel, Rodolfo, 34
dina, 56
Donkin, Bryan, 18
Drake, coronel, 42
Dunkerque, 54
Durero, 68
- Eastman, 82
Edison, Tomás, 82, 84
Egipto, 14, 54, 60, 62, 94
- electricidad, 32, 52, 80
embarcaciones aéreas, 44
energía atómica, 38
energía eléctrica, 32
energía, generación de, 32
energía hidroeléctrica, 32, 52
energía producida por agua, 52
energía producida por vapor, 52
energía, usinas de, 30, 32
envasamiento, 18
escritura pictográfica, 62
esquimales, 16, 20
Estados Unidos, 10, 12, 42
estereotipos, 74
Estocolmo, 50
estrellas, tipos de, 92
- Faraday, Miguel, 52
fenasquitoscopio, 82
ferrocarriles, 24
filtros de color, 72
fonógrafo, 84
Ford, Enrique, 28, 34, 42
fotgrabado, 68
fotografía, 70
fotografía en color, 70
frutas desecadas, 20
Fulton, Roberto, 36
- Galileo, 44, 60, 88
ganadería, 12
gas, 30
gas, iluminación con, 30
globo aerostático, 44, 46
gramo, 56
Grecia, 54
Gregorio XIII, 58
grúas, 28
Gutenberg, Juan, 64
- Heaviside, 80
helicópteros, 44
Hero de Alejandria, 94
Herodoto, 94
Hertz, Enrique, 80
hidrógeno, 44
hierro, extracción del mineral de, 28
huecograbado, impresión en, 68
Huygens, Cristían, 60
- impresión, 64, 68, 74
impresión, 66, 68, 72, 74
impresión en color, 72
impresión en relieve, 72
impresión litográfica, 68
impresión, planchas de, 72
impresión planográfica, 72
impresión, procedimientos de, 64, 68
incas, 58, 62
India, 14
intaglio, impresión, 68
interruptor electromagnético, 96
ionosfera, 80
irrigación, 48
- Jacquard, José María, 94
Jansen, Zacarias, 88
Japón, 12, 14, 62
jeroglíficos, 62
Jobrell Bank, 90
Julio César, 58
Júpiter, 88
- Kennelly, 80
Kircher, 82

leche, 14
 Leewenthoek, A. van, 20
 Leseps, Fernando de, 40
 libros, 64, 70
 linotipo, 66
 Lippershey, Juan, 88
 locomoción, medios eléctricos de, 34
 Lumière, hermanos, 82
 Luna, 92
 lunas, 92
 lúpulo, cosecha del, 14

 mandioca, 10
 máquinas automáticas, 94, 96
 máquinas de vapor, 24
 máquinas tipográficas, 66, 68
 Marconi, Guillermo, 78, 80
 Méchain, 54
 Mergenthaler, Ottmar, 66
 Mesopotamia, 52
 microfonos, 80
 microscopios, 20
 monotipo, 66
 Monte Palomar, Observatorio del, 90
 Montgolfier, José y Jacobo, 44, 46
 Morse, código, 76
 Morse, Samuel, 76
 motor de combustión interna, 34
 motor de chorro, 34

 Murock, Guillermo, 24, 30
 música, cajitas de, 94

 naipes, 64
 "Nautilus", 38
 Newcomen, 24
 Newton, Isaac, 80, 88
 Noruega, 12
 Nueva York, 50
 nutrición, 10

 ondas electromagnéticas, 80, 90, 92
 Otto, Nicolás, 34, 42
 ovejas, cria de, 12

 Panamá, canal de, 40
 Papin, Dionisio, 24
 París, 50
 Parsons, Carlos Algernon, 36
 Pasteur, Luis, 18
 películas en colores, 70, 84
 películas estereoscópicas, 84
 películas habladas, 84
 periódicos, 74
 pesca, 12
 petróleo, extracción de, 42
 petróleo, producción de, 42
 Piedra, Edad de, 22, 58
 plantas alimenticias, 10
 Plantin, 64
 pozos artesianos, 48
 publicación de noticias, 74

 radar, 56
 radio, 80
 radiotelescopio, 92
 rascacielos, 22
 rayos catódicos, tubo de, 86
 reactores atómicos, 38
 refrigeración, 16, 20
 Reid, Whitelaw, 66
 reloj de agua, 60
 reloj de arena, 60
 reloj de péndulo, 60
 reloj de sol, 60
 relojes, 60
 rieles, 24, 26
 romanos, 16, 48, 58
 rompehielos, 38
 ruedas de agua, 52

 satélites artificiales, 46, 80, 92
 Saturno, 88
 Savery, 24
 Schoeffler, 64
 semáforos, 76
 señales, 76
 Shirley, Tomás, 30
 sistema métrico, 54, 56
 Sputnik I, 46
 Sputnik III, 46
 St. Lawrence Seaway, 40
 Stephenson, Jorge, 24
 Sternfeld, Alejandro, 92
 submarinos atómicos, 38
 Sudáfrica, 14
 Suez, canal de, 40

 Talbot, Fox, 70
 Tardin, Juan, 30
 Tarr, Hugo L. A., 20
 té, 14
 teléfonos, 78
 telegrafo eléctrico, 78
 telegrafo inalámbrico, 80
 telescopio, 80, 88, 90
 teletipo, 78
 televisión, 86
 teodolito, 56
 termómetros, 96
 tiempo, medición del, 60
 transiberiano, ferrocarril, 24
 travesía, viaje de, 26
 trigo, 109, 110
 tsamái, 54
 turbinas, 52

 Unión Soviética, 42

 Vasco del Gama, 36
 Venezuela, 42
 Vinci, Leonardo, 40
 vino, 14, 16
 vitaminas, 18

 Walgenstein, 82
 Watt, Jacobo, 24
 Whittle, capitán, 46
 Wright, Orville y Wilbur, 44

 Zeppelin, 44

Braun, Werr
 Bruselas, 50

cacao, 14
 café, 14
 calefacción, 5
 calendario, 5
 calorías, 56
 cámara, 70
 cámara oscura

