



LECCIONES DE COSAS

III

V. G. SEIX Y BARRAL HÑOS., S.A. - BARCELONA

LECCIONES DE COSAS

C. B. NUALART

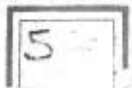
LECCIONES DE COSAS

LIBRO TERCERO

SEXTA EDICIÓN



I. G. SEIX Y BARRAL HNOS., S. A. - EDITORES
Provenza, 219 11 BARCELONA



228.4
NS.152
ep.1

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	
BIBLIOTECA	
INGRESO	23 NOV. 2006
PROVEEDOR	Boutig Buridan Silvio Marie Christine
COMPRA	X CANJE _____ DON _____
REG	09010000270

12000

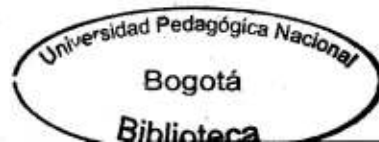
ES PROPIEDAD

Industrias Gráficas Seix y Barral Hnos., S. A.-Provenza, 219.-BARCELONA

Las LECCIONES DE COSAS responden a la necesidad de procurar a los maestros, padres, y en general a todos los que tienen a su cargo la educación de los niños, una amena, variada e instructiva serie de temas para dialogar con sus hijos o alumnos, mezclando lo útil con lo agradable, despertando en los espíritus juveniles un vivo interés y ejercitándoles en los rudimentos de las ciencias, las artes y las industrias.

Se han publicado algunas obras de índole parecida a la nuestra; pero casi siempre pretenden reunir en sus páginas "todos los conocimientos humanos", como si fuesen a manera de rudimentarias enciclopedias científicas. Este exceso de amplitud en el contenido, malogra mucho el valor pedagógico que, sin duda, encierran estas obras.

Nosotros, tras una larga experiencia, creemos no sólo imposible, sino hasta contraproducente y nocivo, inculcar a los niños nociones de todo lo que un hombre maduro, por inteligente que sea, es incapaz de retener. Un libro de LECCIONES DE COSAS no puede ni debe ser nunca un caos enciclopédico donde se contenga,



bajo un orden superficial, todo lo divino y lo humano, sino antes bien una *selección esmerada* de los conocimientos útiles e imprescindibles a la juventud.

Nuestro método, como se ve, huye del fárrago y elimina cuidadosamente la pedantería. Hemos procurado que la exposición de nuestras LECCIONES, una vez escogidos con gran esmero los temas, sea sencilla y clara: es decir, asequible a todas las inteligencias. La presente serie se compone de *tomos graduados*, de suerte que los conocimientos expuestos en ellos y la manera de explanarlos vayan complicándose paulatinamente, siguiendo el desarrollo mental del alumno. Por último, todas las ilustraciones que en gran número acompañan al texto, aclarándolo, han sido compuestas ex profeso para nuestra obra.

Inculcar al niño la afición al estudio de los principales conocimientos humanos, sería un magnífico triunfo. Y nuestras LECCIONES DE COSAS sólo aspiran a ayudar al maestro en esta admirable empresa de iniciación espiritual.

C. B. N.



Los faros

Los faros se levantan en las costas, para que los navegantes puedan reconocer el lugar donde se encuentran. Ha sido necesario diferenciarlos unos de otros, por medio de las señales luminosas que emiten. Los faros se dividen en dos

categorías: los de *fuegos fijos*, y los de *fuegos a destellos*.

Los faros fueron inventados en la antigüedad; los historiadores griegos han descrito minuciosamente (hasta el punto de permitir su reconstrucción teórica) el colosal y macizo faro de Alejandría, que hace veinticinco siglos guiaba a los navegantes: de día, con el humo de su hoguera, y de

El grabado de la cabecera representa una reconstrucción imaginaria del faro de Alejandría, según las descripciones de los historiadores griegos.

noche, con su brillante llama. Una escalera en espiral conducía a la altísima torre, donde numerosos empleados alimentaban constantemente el fuego del hogar.

En los faros modernos, además de la disposición especial de sus fuegos, se combinan con ellos los colores *verde y rojo*, de suerte que, agrupando los destellos de diversos matices y espaciándolos o repitiéndolos a intervalos, se obtiene una serie de *señales* que permiten a los navegantes, mediante sus cartillas de faros, distinguir sin equivocarse el que tienen a la vista, y, por tanto, el paraje a que pertenece.

Servicios que prestan a la navegación. — A pesar de que la navegación posee medios para seguir en el mar un rumbo fijo, y a pesar de las cartas de navegar, que señalan todos los destellos de las costas, sus puntos de peligro, bajos, arrecifes, etcétera, es fácil siempre caer en error, ya sea por la obscuridad de las



Corte esquemático de una torre de faro

noches cerradas, ya sea por nieblas, tempestades, etc. Gracias a los faros, se evitan innumerables catástrofes y naufragios. Una vez se ha encendido un faro en un punto de la costa (y de ello tienen comunicación todos los navegantes del mundo), no debe apagarse ya nunca más, pues de lo contrario ocurrirían catástrofes. Los capitanes de los buques, faltos de orientación, se creerían alejados aún de la costa, en la obscuridad de la noche, y se estrellarían contra el litoral.

Las reparaciones o supresiones que extinguen un faro han de ser anunciadas, con mucho tiempo de anticipación, al tráfico marítimo.

La forma de los faros. — Los faros afectan generalmente la forma de una alta torre que a veces alcanza gran altura. (El faro de la bahía de Abervrach, en Francia, mide 70 metros; es uno de los más altos del mundo). En el interior de la torre se disponen las habitaciones del personal del faro, los almacenes de combustible, los motores; y finalmente, en el remate circundado por una plataforma se instala la *farola*, que exteriormente está formada por un sólido armazón de cristales, y en el interior contiene el mecanismo del *reflector*.

Instalación y situación de los faros. — Para la construcción de los faros se emplean materiales corrientes, y cuando están instalados en la costa, sobre tierra firme, se limitan a ser edificios muy sólidos. Pero cuando es preciso construirlos en medio del mar, como, por ejemplo, el faro de Bishop Rock, en Inglaterra, la empresa es gigantesca.

Modelo de este género es el faro de la isla de Fastenet, en la punta Sudeste de Irlanda. La isla de Fastenet está situada en el Océano, como un centinela avanzado en plena ruta del Nuevo Mundo, y más que isla es un grupo de arrecifes. En 1848 se construyó en aquellos parajes un faro. La erección de la fábrica exigió seis años de trabajo y costó 5.000.000 de pesetas. Se construyó una torre de 30 metros, con piezas de hierro fundido, sólidamente trabadas..., y, sin embargo, al poco tiempo la furia del mar daba cuenta de ella. El choque de las inmensas olas provenientes de las tempestades del Atlántico, en ciertas ocasiones llegaba a batir los cristales de la linterna. Es preciso imaginar la fuerza colosal de una ola, cuya masa representa centenares de toneladas, chocando con estrépito contra el macizo rocoso y levantándose rugiendo en el aire... Es una de las fuerzas más colosales de la naturaleza. Un nuevo faro fué construído para substituir al antiguo, y es curioso



El faro de Bishop Rock durante una tempestad

parangonar los dos tipos, pues entre ellos mediaban sesenta años de experiencia técnica. La primera torre fué construída, como hemos dicho, de hierro; la segunda, es de granito, y su ensamblaje está dispuesto de suerte que si el edificio fuese derribado, caería en bloque como un monolito. La parte inferior forma un macizo ciclópeo; las paredes miden de espesor ocho metros; el zócalo se asienta dentro del agua y así ofrece menos superficie al choque de las olas. La vieja torre, erguida sobre arrecifes, resultaba mucho más vulnerable.

La cúpula encierra un *fuego* o linterna cuya potencia es de 750.000 bujías. Cada cinco segundos emite un destello cuya duración es de $\frac{1}{25}$ de segundo.

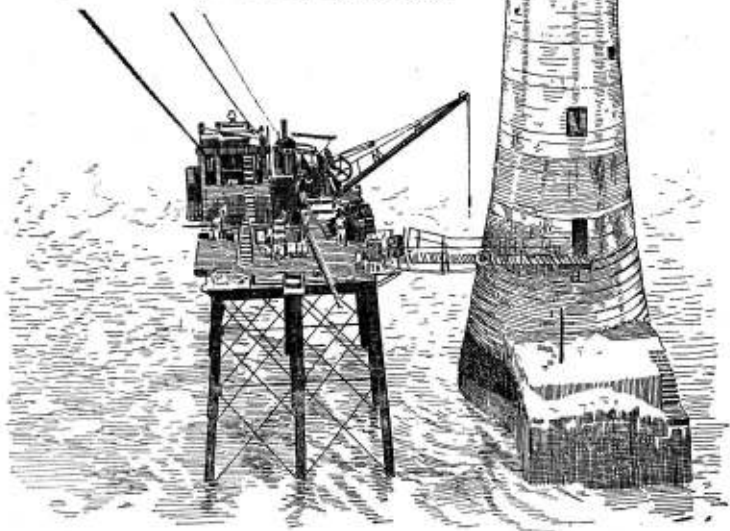
El interior del faro encierra un mínimo de comodidades para los tres guardianes que habitan en él. Dada su situación y a causa de la frecuencia de las tempestades, el faro es difícil de abastecer durante muchas semanas; de ahí que posea almacenes de víveres para cinco meses, una gran cisterna, calefacción, electricidad, etc. La puerta de entrada y los postigos son de bronce y cierran herméticamente, de modo que puedan resistir el furioso asalto del mar. Asistir desde esta fortaleza a una gran tempestad, es uno de los espectáculos más grandiosos que pueda presenciar un ser humano. (La sensación de seguridad permite allí apreciar el espectáculo. En un navío, por el contrario, el natural sobresalto impide disfrutar de la emoción estética.)

En la isla de Heligoland existe un faro cuya linterna encierra un fuego de una potencia de 30.000.000 de bujías.

Existen faros de sorprendente aspecto, como el situado a la entrada del puerto de Nueva York, que representa

la Libertad iluminando al mundo. La parte exterior de la colosal estatua simbólica es de bronce repujado, y el interior se compone de una armadura de hierro. El modelo es debido al artista francés Bartholdi; el faro alcanza una altura total de 35 metros.

Los faros están a veces en parajes muy alejados y desiertos, como el que se levanta en un arrecife cercano al estrecho de Magallanes. Los marinos lo conocen por el *faro del fin del mundo*, y sus guardianes sólo cada seis meses reciben la visita de un buque. El buque releva a los guar-



Construcción de un faro dentro del mar, asentando la fábrica en una roca. Desde un acantilado de la costa, por medio de cables, se trasladan los obreros y el material

dianes y deja el abastecimiento necesario. Los guardianes contemplan durante medio año el paso lejano de los navíos, que por cierto no son muy numerosos en aquella región, sin poder cambiar otra cosa que un breve saludo en los días de bonanza.

Los faros pequeños son muy numerosos. Muchos poblados costeros, refugios y puertos suelen tener faros. En algunos países y en los pequeños pueblos de pescadores, se utilizan como faros los campanarios de las iglesias.

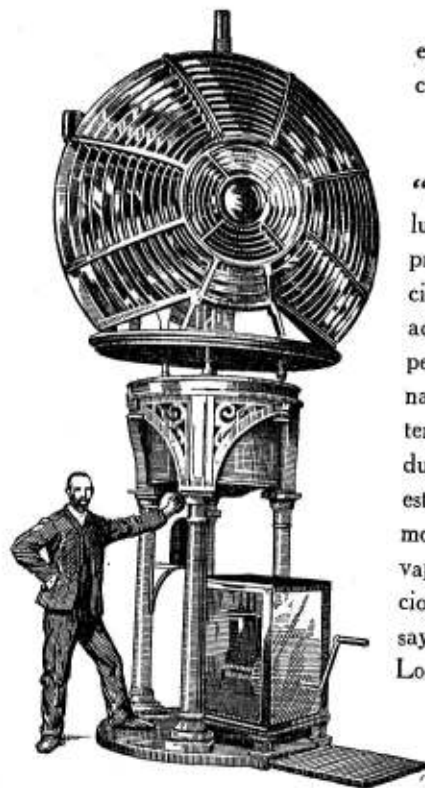
Visibilidad de los faros. — El alcance de un faro, o sea la distancia a que un navegante puede recibir su luz, es muy relativo y variable. En efecto: un mechero de gas, por ejemplo, a veces se divisa desde muy lejos, si la atmósfera es transparente, mientras que durante una niebla es apenas perceptible, aun a corta distancia. De ahí que los buques se rijan por tablas en las que se anotan los promedios anuales de visibilidad. Con un tiempo diáfano, ha sido posible vislumbrar los destellos de un faro eléctrico a 37 millas, o sea cerca de 70 kilómetros. Esta distancia es mayor que la de la visión horizontal permitida por la esfericidad del globo terrestre; pero la diferencia se compensa con la altura del faro y del observador (algunos palos de buque miden 25 metros). Los navegantes a veces observan desde más lejos todavía los fuegos de un faro, valiéndose de la refracción atmosférica.

Modernamente, los faros importantes poseen, además de la luz y para el caso de nieblas, otros aparatos de señales: campanas submarinas, sirenas y telegrafía sin hilos; ésta, durante el mal tiempo, emite constantemente una señal convenida

en los códigos marinos, anunciando a los buques el peligro.

Los mecanismos del "fuego" en los faros.—La

luz que emplean los faros está producida, según su importancia, por aparatos que queman aceite mineral (instalaciones pequeñas), o bien por máquinas eléctricas (instalaciones potentes). Las dinamos que producen la corriente eléctrica están a su vez movidas por motores de petróleo, bencina, vapor, etc. El carburo de calcio, después de repetidos ensayos, ha sido abandonado. Los faros que funcionan por destellos poseen un mecanismo que gira sobre un eje, en cuyo centro hay el foco de luz y a cuyo alrededor están dispuestas las lentes que re-



Lente de un faro compuesta de prismas de fino cristal tallado, montados en una armadura metálica

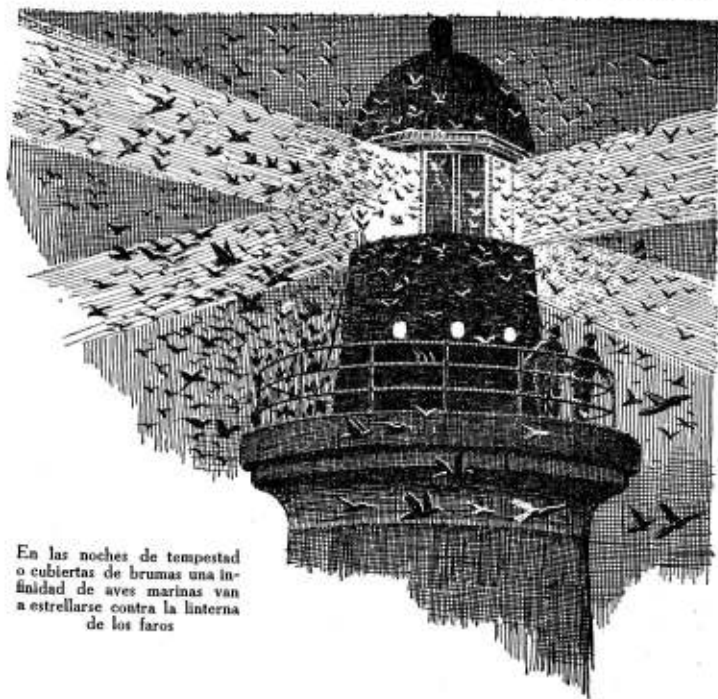
cogen los haces luminosos, correspondiendo un destello por cada lente. Según el movimiento del aparato, es mayor o menor la duración del destello. El mecanismo giratorio se mueve por la fuerza de aparatos de relojería, accionados por un contrapeso en las pequeñas linternas, y por mo-

tores adecuados en los grandes faros. Como el peso total del aparato giratorio, con sus lentes, es en aquéllos considerable, se procura el menor rozamiento posible, y para ello las linternas se hacen flotar y descansar sobre cubetas de mercurio.

La óptica de las lentes requiere una precisión absoluta, de suerte que no exista ni el más ligero desvío en la dirección de los rayos luminosos, pues de lo contrario no se alcanzarían las necesarias distancias de visibilidad. Las lentes se componen de segmentos de fino cristal tallado y rectificado minuciosamente. El conjunto se engarza en una armadura metálica, y cada segmento, formando prisma, recoge y envía su parte de rayos luminosos. Grandes fábricas, con obreros especialistas dirigidos por técnicos, producen estos admirables aparatos.

Unos extraños y maravillosos visitantes.— Los faros, especialmente los de fuegos fijos, causan anualmente la muerte de muchos millones de pájaros. Durante las noches de tempestad, o bien cuando los densos velos de las brumas cubren el horizonte, las pobres avejillas se precipitan contra el foco luminoso, chocan y aletean sobre los espesos cristales de la linterna y caen heridas o muertas. Los guardianes de los faros las recogen a millares, por docenas de sacos, al nacer el día. Los faros más mortíferos son los que, poseyendo una luz fija y potente, se elevan a 40 ó 50 metros sobre el nivel del mar; están situados en el litoral de la Mancha y en La Florida, las dos principales vías de emigración de las aves marinas.

Estas aves realizan viajes maravillosos cuyos detalles no



En las noches de tempestad o cubiertas de brumas una infinidad de aves marinas van a estrellarse contra la linterna de los faros

son aún bien conocidos; pero se sabe, por ejemplo, que la *Esterna ártica*, vulgarmente llamada golondrina de mar, hace sus nidos cerca del Polo Norte y para pasar el invierno emigra al Polo Sur. Esta ave franquea en línea recta 18.000 kilómetros. Cada vez que cambia de residencia, como para buscarse alimento se ve obligada, sin duda, a describir innumerables curvas y ángulos, multiplicando el trayecto, se puede admitir que recorre 50.000 kilómetros desde el extremo Norte al extremo Sur.

Muchas especies emigrantes son actualmente estudiadas.

Algunas, como el *pluvier* del Pacífico, hacen sus nidos en las costas asiáticas del Océano Glacial. Sus bandadas se concentran en la costa meridional de Alaska, donde comen abundantemente, y cuando todas están reunidas emprenden el largo viaje. El archipiélago de Hawai es la tierra más aislada del mundo; las costas más cercanas a ella son las del Japón (a 6.000 kilómetros), las de California (a 2.300 kilómetros) y las de Alaska (a 3.900 kilómetros). Es hacia las islas Hawai donde la bandada de *pluviers* se dirige en línea recta, atravesando *de un solo vuelo*, bajo pena de muerte, los 3.900 kilómetros indicados, sin esperanza de refugio. (Esta clase de aves no puede posarse en el agua.)

El ánimo queda suspendido y admirado ante la incomprendible maravilla que representa el fenómeno de la emigración. ¿Cómo encuentran las aves su camino? ¿Cómo se orientan? Lo mejor es confesar humildemente nuestra ignorancia y admirar los secretos de la Creación...

Algunas veces los navegantes han visto millares de pájaros muertos flotando en el mar, a gran distancia de tierra; y es que, a causa de los temporales o por mala dirección de las bandadas, a las aves migratorias les ocurren frecuentes catástrofes.

Algunos de los pájaros que se recogen en los faros llevan anillos de identidad, que les fueron impuestos después de cazados vivos. Esas señales permiten a los hombres de ciencia estudiar el admirable fenómeno de la emigración. Algunas sociedades científicas hacen capturar continuamente pájaros emigrantes de todas las especies, desde el diminuto *petirrojo*, hasta las grandes *cigüeñas*; y antes de devolverles la libertad, les ajustan a una pata un anillo donde va grabada una ins-

cripción. (Ésta, según un convenio internacional, consta de una inicial y una cifra.) Muchos de esos pájaros marcados se pierden; pero basta que uno entre mil llegue a manos de una persona iniciada, para que la ciencia se enriquezca con datos preciosos.

He aquí una anécdota auténtica sobre este particular: En 1906, un zulú del Transvaal encontró, en cierta región salvaje, una cigüeña casi muerta; y, después de rematarla de un certero golpe de lanza, se puso a temblar como un azogado. ¡El pájaro llevaba un brazalete! El pobre negro fué presa de supersticioso terror; pero, sobreponiéndose a él, recogió la cigüeña cuidadosamente, y luego la mostró al jefe de su *kraal* (villorrio fortificado). El jefe supo explotar en beneficio suyo el "ave maravillosa". Sirviéndose del anillo como de un talismán, recorrió con él todas las tribus circundantes y provocó una verdadera insurrección, que sofocaron las tropas inglesas. El jefe huyó con el talismán, y sólo años más tarde, en 1912, un viajero explorador, mandado por una sociedad científica, descubrió en el collar del negro el famoso anillo de identidad, con la inscripción W. 2432, cifra correspondiente a una corporación de Magdeburgo, la misma que había impuesto la señal al ave, en septiembre de 1905.



Las hormigas

Los estados por que pasa la vida de las hormigas. — Las hormigas pasan por cuatro estados durante su vida, como las mariposas: 1.º, estado de huevo; 2.º, de larva; 3.º, de crisálida, y 4.º, de insecto perfecto.

1.º **Los huevos.** — Los de las hormigas son blancos o amarillentos, y de forma alargada. Hacen su eclosión generalmente en quince días, pero en algunos casos tardan seis semanas.

2.º **Las larvas.** — Las de las hormigas son pequeñas, blancas y sin patas, en forma de pequeñas bolsas que se estrechan hacia la parte de la cabeza. Las larvas no se bastan a sí mismas: abandonadas a sus propias fuerzas perecerían; pero tienen solícitas hormigas que cuidan de ellas, las cambian de habitación, las sacan a tomar el sol, las alimentan y lavan. Las *niñeras* de las hormigas a veces distribuyen las larvas en grupos de distintos tamaños, de modo que el conjunto aparece como una *escuela* de cinco o seis clases graduadas. En ciertos casos el estado de larva dura menos

El grabado de la cabecera representa un grupo de hormigas trasladando sus larvas.

de un mes; en otros dura seis o siete semanas; y a veces todo un invierno.



Larva de hormiga muy aumentada

3.º La *crisálida*. — Algunas crisálidas aparecen desprovistas de toda envoltura; otras, en cambio, están cubiertas con un capullo sedoso. Las primeras nos recuerdan las mariposas; las segundas, el gusano de seda. La crisálida permanece aprisionada durante tres o cuatro semanas.

4.º El *insecto perfecto*. — Cuando el insecto, ya completamente desarrollado, trata de salir de su encierro, las hormigas adultas le ayudan, desplegándole las piernas por primera vez y suavizándole las alas. La hormiga, a semejanza de la mariposa, no aumenta de tamaño; nace ya con el que ha de conservar durante toda su vida, pues su crecimiento se realiza por completo en el estado de crisálida.

Sus partes. — 1.º La *cabeza* contiene el cerebro y los órganos de los sentidos, y soporta las antenas.

2.º El *tórax* es la parte central del cuerpo, a la que van adheridas las patas y las alas, cuando éstas existen.

3.º El *abdomen* es la parte posterior y redondeada del cuerpo que encierra el estómago y el aguijón.



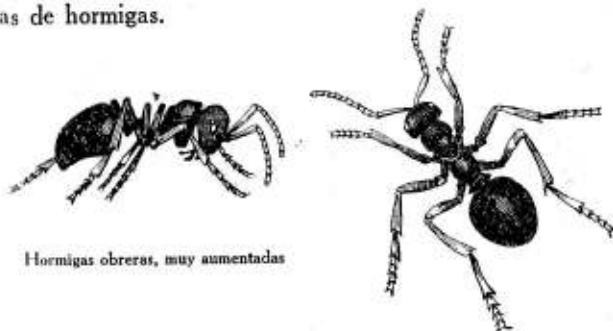
Hormiga alada macho

Clases de hormigas. — Las hormigas



Hormiga alada hembra

están divididas en tres grandes familias, cuyos nombres no hacen al caso. Estas familias se subdividen en muchas clases; en los países cálidos se cuentan más de mil clases distintas de hormigas.



Hormigas obreras, muy aumentadas

Las habitaciones de las hormigas. — 1.º Cierta clase de hormigas construye sus nidos con pedacitos de madera o leña, juntándolos en montones redondeados.

2.º Otras los construyen con tierra, teniendo habitaciones o galerías por encima y por debajo del suelo.

3.º Otras viven únicamente en subterráneos.

4.º Las hay, por último, que construyen sus nidos en los troncos de los árboles viejos.

En un solo nido se encuentran de cinco mil a medio millón de hormigas. Muchos nidos fundan *colonias*, esto es, otros nidos secundarios, con los cuales mantienen amistosas relaciones. Un doctor suizo encontró un nido que había dado origen a otros doscientos, los cuales vivían agrupados alrededor de aquél. Las hormigas trazan caminos en torno y dentro de sus nidos; los limpian de escombros y obstáculos, y a veces construyen puentes de tierra. Gran parte de los caminos cercanos a los nidos, son subterráneos.

Las clases de hormigas que hay en un nido. — En cada nido hay: a), las reinas; b), las obreras, y c), los machos.

a) En los nidos o colmenas de abejas no hay más que una reina; pero es cosa corriente encontrar más de una en los nidos de hormigas. Las reinas tienen alas, pero después de algunos vuelos se las arrancan, ponen gran número de huevos y crían a sus hijos. Desde entonces ya no abandonan más su nido. Lubbock, célebre naturalista inglés, tenía dos reinas de hormigas, una de las cuales vivió catorce años y la otra cerca de quince.

b) Las obreras a veces ponen huevos, pero nunca tienen alas. Viven muchos años y realizan todo el trabajo del nido.

c) Los machos viven poco tiempo.

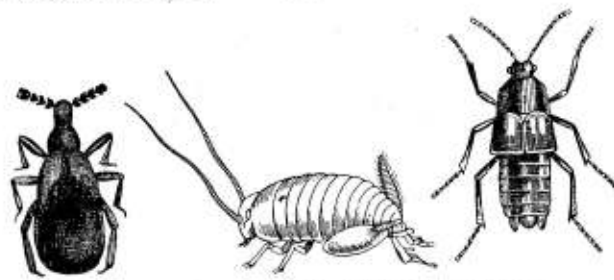
El alimento de las hormigas. — Las hormigas comen miel, frutas e insectos y otras muchas cosas; no desprecian ninguna sustancia dulce. En los países cálidos, las hormigas tienen algo la excesiva reproducción de insectos perjudiciales y hasta de pequeños reptiles; consumen además una porción de residuos muertos, que de otro modo corromperían el aire.

Las hormigas, lo mismo que las abejas, se aletargan durante el invierno.

Los amigos de las hormigas. — Algunos de sus amigos son ciertos pequeños insectos que producen una sustancia azucarada muy grata a las hormigas. Éstas cuidan a esos insectos, los defienden de sus enemigos y hasta les proporcionan refugio donde cobijarse.

Ciertas especies de escarabajos son también grandes compañeros de las hormigas; más de quinientas clases de esos insectos

tos viven con ellas. Nadie sabe a ciencia cierta por qué se hallan en los hormigueros; si las hormigas no quisiesen su convivencia, los matarían o los arrojarían fuera. Algunos de estos escarabajos segregan un jugo azucarado que gusta mucho



Algunos escarabajos amigos de las hormigas, muy aumentados

a las hormigas, pues lo toman como alimento. Así, parece que ellas se sirven de estos pequeños amigos, como los hombres explotamos a las vacas y cabras; esto es: para extraerles la leche. Otras especies de escarabajos no segregan jugo alguno. Quizá estos últimos son utilizados como basureros; quizá son animales favoritos de las hormigas, como para nosotros los gatos y perros.

Las luchas de las hormigas. — Entre estos pequeños insectos, que forman grandes sociedades vagamente parecidas a la organización social humana, se encuentran algunas virtudes y muchos defectos que son también peculiares al hombre, como, por ejemplo, el instinto de combatir.

Las hormigas, tan unidas cuando se trata del hormiguero propio, a veces se odian ferozmente de un nido a otro, aunque todas sean vecinas y de la misma especie, y de vez en

cuando entablan terribles batallas que no parecen tener otro fundamento que la animadversión. El gran naturalista Huber nos describe magistralmente una de estas curiosas escenas:

"Desconozco — dice — la causa que había arrojado la antorcha de la discordia entre aquellas dos populosas repúblicas; pero el número de luchadores era imponente.

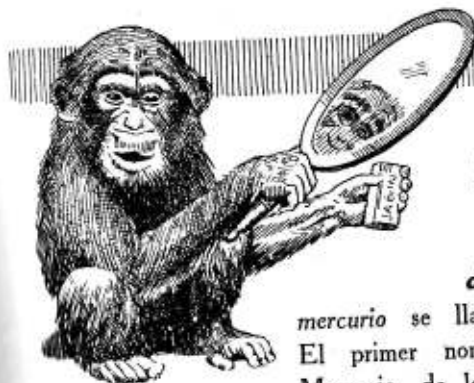
"El encuentro de los dos ejércitos ocurrió a medio camino de sus residencias respectivas. Las apretadas columnas de combatientes se extendían desde el campo de batalla hasta el hormiguero, en una profundidad de tres palmos. Así, pues, los ejércitos contaban con numerosas reservas. En las primeras líneas, millares de insectos combatían individualmente con sus poderosas mandíbulas. El campo se cubría de muertos y heridos; muchos combatientes eran hechos prisioneros. Como algunas parejas quedaban enzarzadas en sus propias defensas, otras hormigas las ayudaban a desenlazarse, tirando de ambas luchadoras hasta romperles las mandíbulas... Así se formaban rosarios de combatientes.

"Al acercarse la noche, los dos ejércitos se retiraron a sus subterráneos; pero a la mañana siguiente la carnicería recommenzó con más furia, durando muchas horas, hasta que un grupo se declaró vencido y huyó en desorden..."

Uno de los medios que las hormigas parecen emplear para comunicarse entre sí, es el tacto mutuo con sus antenas.

No se ha podido observar la presencia de jefes.

Un motivo que incita a combatir a determinadas especies de hormigas, es el robo de las crisálidas de otro hormiguero, para acabar de criarlas y hacerlas después trabajar como esclavas.



El mercurio

Los dos nombres de este metal. — El

mercurio se llama también *azogue*. El primer nombre viene del dios Mercurio, de los griegos y romanos, que simboliza el comercio y la rápida traslación de un lado a otro de la tierra. El nombre de *azogue* proviene de una voz árabe que significa mercado, plaza donde se hacen transacciones, implicando siempre una idea de actividad inagotable.

Sus cualidades. — a) El mercurio corre y resbala con gran facilidad, porque es *líquido*, a diferencia de los demás metales, que son todos *sólidos*. ¿Pueden, no obstante, verse los metales en estado líquido? Sí, cuando, sometidos a elevadas temperaturas, se funden.

¿Puede el mercurio solidificarse? Se solidifica cuando la temperatura desciende a 40° bajo cero.

¿Es el mercurio un líquido como el agua, la leche o la miel?

b) ¿Tiene el mercurio algún *olor*? No. ¿Y algún *sabor*? Tampoco.

c) ¿Es muy *pesado*? Pesa unas catorce veces más que

El grabado de la cabecera representa un chimpancé jugando con un espejo.

el agua. ¿Es más pesado que el oro? ¿Es más pesado que la plata? (Véanse las lecciones sobre esos metales.)

d) El mercurio llega a hervir y entonces se convierte en un vapor incoloro, llamado *vapor de mercurio*. Si este vapor se recoge de nuevo y se enfría, vuélvese a obtener el mismo mercurio de antes.

e) El mercurio tiene la propiedad de *disolver* otros metales mezclándose con ellos. Los disuelve sin necesidad de calentarlos.

f) El mercurio se *dilata* con el calor y se *contrae* con el frío. Este fenómeno puede comprobarse mediante un termómetro de mercurio.

Los otros metales se comportan del mismo modo, pero no con tanta facilidad, por ser sólidos.

g) El mercurio *resiste* muy bien la acción de la intemperie y la humedad. Aunque se parece a la plata, no se empaña como este metal. Se oxida únicamente si se calienta y se pone en contacto con el aire. Aparecen entonces en el mercurio manchitas rojas y al poco tiempo todo él se ha oxidado. Este mercurio oxidado se llama *óxido rojo de mercurio*.

Dónde se halla. — Las minas más importantes y ricas del mundo se hallan en Almadén (Ciudad Real). El mercurio unas veces se encuentra puro y otras en forma de *cinabrio*, que es una mezcla de mercurio y azufre (*sulfuro rojo de mercurio*).

Su utilidad. — a) Para fabricar espejos. Antiguamente éstos eran de plata pulida; por lo tanto, muy pocos podían poseerlos.

b) El color bermellón vivo se obtiene del mercurio.

c) Todos los preparados a base de mercurio son venenosos; no obstante, los médicos los recetan con frecuencia, en muy pequeñas dosis, como medicina.

d) Se usa para fabricar barómetros y termómetros, porque al influjo de la temperatura se dilata y encoge con facilidad y rapidez:

1.º Cuando vemos que el mercurio de un *barómetro* baja de repente, nos indicará que el tiempo está húmedo y variable, quizá tempestuoso. El vapor de agua llena la atmósfera, aunque no lo veamos. Ahora bien; como el aire húmedo es más ligero que el seco, ejerce menos presión sobre el mercurio, sostiene menos la columna barométrica, y ésta baja.

2.º El mercurio de los *termómetros* no indica la presión atmosférica, sino el grado de calor o frío de la atmósfera.

Cuando se fabrica el termómetro, se determina el *cero* introduciendo el aparato, durante un cuarto de hora, en agua con hielo o nieve. Después de señalado el cero, el tubo se introduce en agua hirviendo. Allí donde se detiene la dilatación de la columna de mercurio, se hace una señal que corresponde a los 100°, esto es, a lo que se llama el *punto de ebullición*. El espacio comprendido entre ambas señales se divide en cien partes iguales o *grados*. La maravillosa elasticidad del mercurio es lo que le permite estirarse hasta lo alto del tubo o encogerse hasta el fondo.

c) El mercurio se utiliza también para librar a los otros



Un termómetro

metales de sus impurezas. Anteriormente vimos cómo ocurría esto con la plata.

Cómo se extrae del mineral. — a) El mineral es machacado.

b) Después se mezcla con cierta porción de *cal viva*.

c) La mezcla se calienta en una retorta, hasta que se convierte en vapor.

d) El vapor se recoge, y una vez enfriado se convierte en mercurio.



Mercurio y las tres diosas
(Figuras de cerámica griega)



Una visita a la Alhambra

Construcción del palacio. — El palacio de la Alhambra es una joya del *arte morisco*, única en su clase en el mundo, que ha causado la admiración de todas las generaciones, desde los que la edificaron hasta los que actualmente la visitan. Su recuerdo, juntamente con el de Andalucía y especialmente el de Granada, donde se conserva tan rica joya arquitectónica, vive en la memoria de todos los musulmanes. La Alhambra es no sólo una maravilla de arte y elegancia, sino un nido de tradiciones y leyendas, desde la que atribuye su construcción a arte de magia, y su conservación a un encantamiento, hasta la que predice su final ruina por virtud de otro hechizo. Las leyendas poéticas, caballerescas y trágicas, que han nacido en ese maravilloso palacio, llenarían muchos volúmenes.

Fundó la Alhambra, hacia 1248, el famoso Mohamed Ebn-el-Ahmar, más conocido por Alhamar. Era rey de

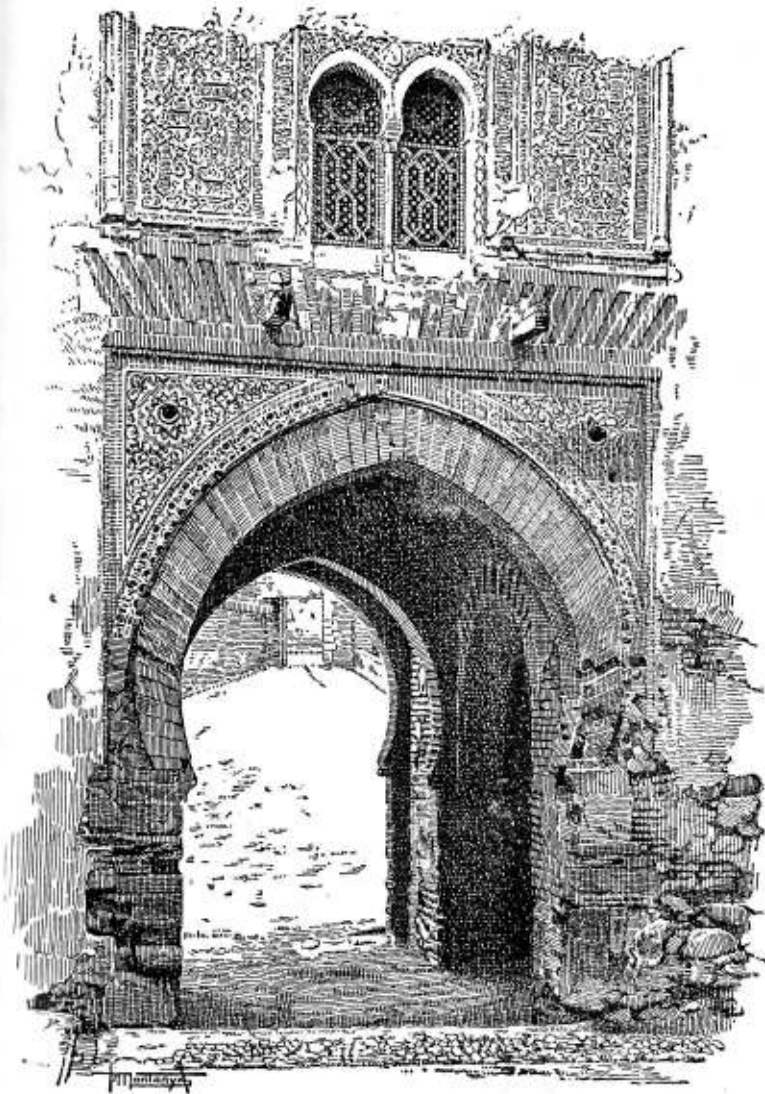
El grabado de la cabecera representa un musulmán en oración junto a los muros de la Alhambra.

grandes dotes militares y civiles; pero tuvo la desgracia de ser vencido por el rey de Castilla San Fernando, en una batalla en que éste conquistó a Jaén, baluarte de Granada. Casi al mismo tiempo Jaime I el Conquistador había tomado a Valencia, y viendo Alhamar que le era imposible luchar con el poder de San Fernando, prefirió hacer las paces con él y declararse vasallo suyo, dedicándose desde entonces más bien a reforzar su reino de Granada que a pretender la conservación en España de un imperio musulmán que se estaba derrumbando. Por esto demostró ser gran político y luego perfecto caballero, ya que jamás faltó a la fe jurada. Como vasallo de Fernando el Santo asistió al sitio y toma de Sevilla, aunque no llegó a tomar parte en ninguna batalla contra sus hermanos de religión y raza, y a la vuelta fué cuando empezó la edificación de la famosa Alhambra, de cuyas obras fué en persona administrador y director.

A los sesenta y dos años de edad, en 1272, murió Alhamar, el fundador, y su obra fué continuada por sus sucesores, hasta que en 1348 se terminó el edificio. Así, pues, la construcción de la Alhambra duró un siglo entero, aunque es de suponer que con intervalos de actividad y de negligencia.

Su pasado y su presente. — El palacio actual no es toda la Alhambra, sino parte de una gran fortaleza, que en tiempo de los árabes podía contener dentro de sus murallas un ejército de 40.000 hombres, de modo que muchas veces sirvió de plaza fuerte a los soberanos para contener las rebeldías de sus súbditos. Está situado en la cima de una colina, estribación de Sierra Nevada, que domina la ciudad.

En lo exterior forma un rudo conjunto de torres, murallas



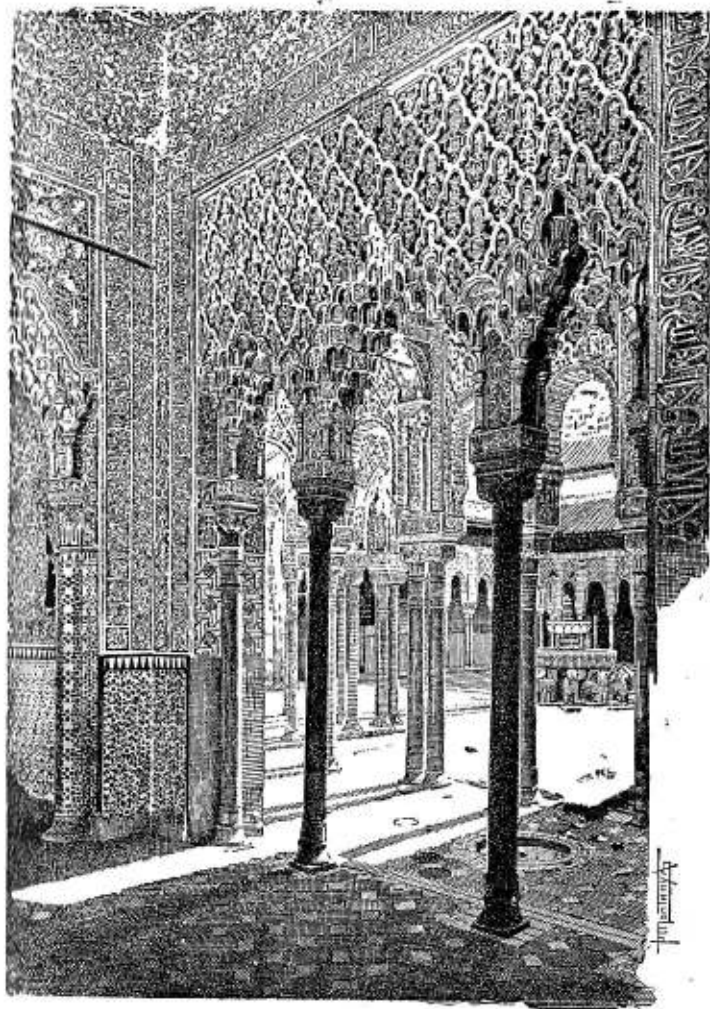
Puerta de la Alhambra

y almenas, sin regularidad en el plan ni gracia arquitectónica, y que hace sospechar bien poco la gracia, elegancia y hermosura del interior.

Después de vencer un barranco, por una empinada avenida poblada de árboles y fuentes, y de haber admirado las famosas Torres Bermejas — dos torres cuyo origen se ignora y que son muy anteriores a la Alhambra, y aun a la misma dominación árabe —, se llega al pie de una enorme torre cuadrada, ésta de construcción morisca, que constituía la entrada principal de la fortaleza. Su puerta es la conocida *Puerta de la Justicia*, así llamada porque en ella se daba inmediata sentencia a las causas de menor cuantía, costumbre común a todas las naciones orientales y aludida en las Sagradas Escrituras: "Jueces y ministros tendrás en todas tus puertas, y ellos juzgarán al pueblo con justo juicio."

El gran vestíbulo que forma esta puerta tiene un enorme arco árabe, de *herradura*, en cuya clave está esculpida una mano colosal, y más adentro, en la clave del portal, una llave gigantesca. Ambas esculturas son simbólicas: la mano es el emblema de la doctrina y los *cinco dedos* designan los cinco principales mandamientos del islamismo, esto es: ayuno, peregrinación, limosna, ablución y guerra contra los infieles. La *llave* es el emblema de la fe o del poder, y en el estandarte de los musulmanes, al subyugar a Andalucía, figuraba como en oposición al emblema cristiano de la Cruz.

Sin embargo, la leyenda atribuye a estos emblemas origen más misterioso. Cuentan en Granada que, debiéndose a un encantamiento la construcción y la conservación de la Alhambra — que ha durado tantos siglos, a pesar de terremotos

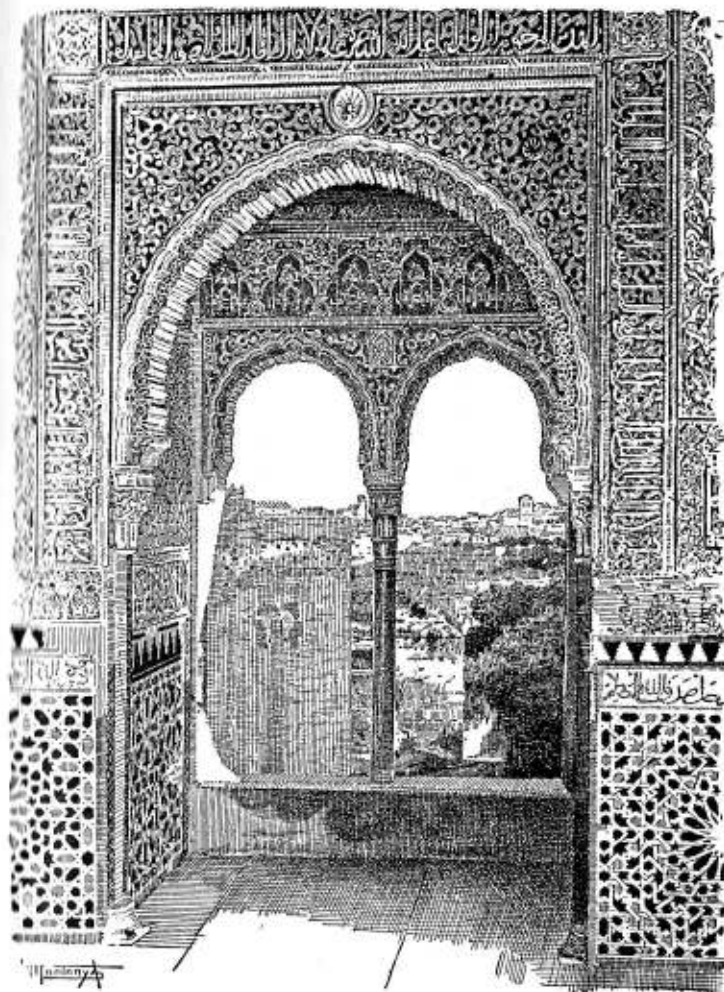


El Patio de los Leones, visto desde el interior de una estancia contigua

y tempestades, cuando ya ni memoria queda de otros edificios de su tiempo—, durará este hechizo hasta que la mano del arco exterior alcance la llave interior, y entonces todo se derrumbará, y los tesoros enterrados por los moros debajo de la gran mole se mostrarán a la gente.

El Patio de la Alberca.—Hállase después la Plaza de los Aljibes, donde se encuentran los grandes depósitos, cavados en la roca viva, que reciben las aguas del Darro y sirven para el consumo de la fortaleza, y, por fin, se entra, como por arte mágico, desde el rudo e ingrato exterior de la Alhambra, en pleno ambiente de arte y hechizo orientales. El contraste que se experimenta constituye una de las más hondas impresiones del visitante, que de repente se halla en un vasto patio de unos 45 metros de largo por unos 24 de anchura, enlosado de mármol blanco y adornado a uno y otro lado por ligeros peristilos móriscos, uno de los cuales soporta una elegante galería decorada con relieves, escudos, cifras y caracteres cúficos, que repiten las piadosas sentencias de los monarcas constructores de la Alhambra o loan su grandeza y munificencia. En este patio se abre un gran estanque, que recibe el agua por medio de dos pilas de mármol, y de ello se deriva su nombre de *Patio de la Alberca*, del árabe *al Beerkah*, que significa estanque.

El Patio de los Leones.—Por una arcada de herradura se pasa del Patio de la Alberca al renombrado *Patio de los Leones*, famoso en la historia, en la poesía y en el arte. En este patio se da el viajero plena cuenta de cuál debió ser la belleza original del encantado palacio. En el centro se halla



Mirador de Lindaraja

la fuente famosa, cuyas pilas de alabastro derraman aún sus gotas cristalinas, y los doce leones que las soportan echan todavía por sus bocas raudales de agua, en la misma forma y con los mismos rumores que en tiempos de Boabdil. La religión les prohibía a los musulmanes la escultura. Por esto, cuando alguna vez pasaban por encima de esta prohibición, hacían unas esculturas toscas, porque les faltaba la tradición. Los leones de este patio lo muestran claramente. En torno de los cuatro lados del patio hay unas ligeras arcadas arábigas de obra de filigrana, sostenidas por esbeltos pilares de mármol blanco. Más que por su grandeza, la arquitectura de la Alhambra se caracteriza por su elegancia, su delicado gusto y su disposición apropiada a la indolencia y al goce.

Cuando se contempla la hermosa traza de los peristilos y los relieves aparentemente frágiles de las paredes, parece imposible que todo ello haya sobrevenido al desgaste de los siglos, las sacudidas de los terremotos, el furor de la guerra y los desmanes de los viajeros aficionados, y el visitante llega a comprender la tradición popular que sostiene que toda la Alhambra está protegida por un mágico poder.

La Sala de los Abencerrajes. — A un lado de este patio un rico portal da acceso a la *Sala de los Abencerrajes*, llamada así por ser tradición que en ella fueron degollados los valerosos caballeros de aquella ilustre estirpe árabe. Todavía se enseña el portillo por donde entraron, la blanca fuente de mármol junto a la cual, uno a uno, fueron decapitados, y las grandes manchas rojizas, señales de su sangre, que según la creencia popular nadie ha podido ni podrá borrar. Y aun añade la tradición que a menudo se oyen por la noche en el

Patio de los Leones sonidos sordos y confusos, semejantes al murmullo de una multitud, y de vez en cuando un débil y lejano ruido de cadenas, procedentes de los espíritus de aquellos nobles asesinados, que frecuentan el lugar de su infortunio e



Fuente central del Patio de los Leones

invocan la venganza del Cielo sobre su verdugo. Por supuesto que tales rumores provienen, en realidad, de las aguas conducidas por canales y tuberías para abastecer las fuentes.

La Sala de las Dos Hermanas. — Inmediatamente opuesto a la Sala de los Abencerrajes, se abre un portal ricamente labrado que conduce a una sala de no menos trá-

gicas reminiscencias. Es clara y elevada, exquisitamente elegante en su arquitectura, enlosada de mármol blanco, y lleva el sugestivo nombre de *Sala de las Dos Hermanas*. Unos opinan que lleva este nombre por las dos enormes losas de alabastro, que una al lado de otra, forman gran parte del pavimento. Otros dan al apelativo un más poético significado, como vaga memoria de dos moriscas bellezas que algún tiempo animaron con su hermosura esta estancia.

A cada lado de esta sala se ven pequeños aposentos o alcobas para otomanas y lechos. Una cúpula o lucerna da paso a una luz cenital templada, y a la libre circulación del aire, mientras a un lado se oye el rumor refrescante de la fuente del Patio de los Leones y por otro lado el suave caer del agua del estanque en el jardín de Lindaraja.

El Salón de Embajadores. — Pero el más suntuoso de los salones de la Alhambra y no el que menos recuerdos históricos evoca, es el de *Embajadores*, donde los monarcas recibían en audiencia. La preciosa antecámara y el espléndido salón ocupan todo el interior de la enorme y famosa Torre de Comares. La antecámara está separada del Patio de la Alberca por una elegante galería, a la cual sirven de soporte delicadas y esbeltas columnas con tímpanos cuajados de arabescos. A cada lado de la antecámara se abren alcobas para divanes, ricamente estucadas y pintadas, y pasando por un portal verdaderamente magnífico, se penetra en el famosísimo salón, que es cuadrado y elevadísimo, estucado y decorado en las paredes con obras moriscas de relieve, y en el techo con estalactitas, arabescos y cifras, con mayor profusión y riqueza de colores que en otras estancias. El

trono real estaba colocado en el lado opuesto a la entrada, y en aquel sitio se lee todavía una inscripción que manifiesta que Jusef I (el monarca que terminó la Alhambra) hizo de aquel lugar el trono de su imperio. Todo, en este salón, parece haber sido calculado para rodear al trono de dignidad y esplendor, y no hay en él nada de la honda voluptuosidad que reina en otras partes del palacio. La torre en que se contiene es de maciza fortaleza y domina toda la Alhambra. En tres de los lados del Salón de Embajadores se abren, a través del grueso muro de la torre, grandes ventanas que dominan extensas perspectivas y, especialmente el balcón de la ventana central, tiene una vista soberbia sobre el valle del Darro y los jardines. El de la izquierda goza de una lejana perspectiva, la incomparable Vega de Granada, mientras enfrente se levanta el cerco del Albaicín, rival del de la Alhambra, un tiempo coronado por otra fortaleza que competía en poder con ella misma. "¡Triste sino el del hombre que perdió todo esto!", exclamó Carlos V, el emperador, al contemplar, asomado a esta ventana, la encantadora escena que desde ella se domina.

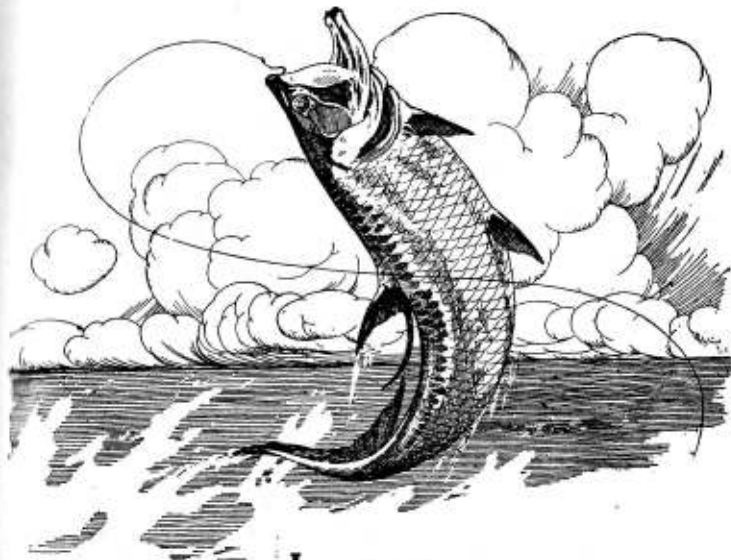
Los famosos azulejos de la Alhambra. — La parte inferior de las paredes de los salones que acabamos de describir, hasta la altura de algunos pies, está incrustada de ladrillos con reflejos metálicos, unidos de manera que formen diversos dibujos. En algunos de ellos están esmaltados los escudos de los reyes musulmanes, atravesados por una cinta y una sentencia. Estos ladrillos (*azulejos* en español y *azulaj* en árabe) son de origen oriental; su frescura, limpieza y el estar exentos de la polilla les hacen muy a propósito, en

climas calurosos, para pavimentar salones, fuentes y cuartos de baño, y revestir las paredes de los aposentos.

Estos ladrillos fueron introducidos en España por los musulmanes, en tiempos muy remotos. Algunos se conservan todavía entre las ruinas de edificios moriscos, desde hace más de ocho siglos. Aun existen en la Península fábricas de ellos, y se usan mucho en las mejores casas españolas, especialmente en las provincias del Sur, para enladrillar y revestir las paredes de los aposentos de verano.

Los españoles los introdujeron en los Países Bajos. El pueblo de Holanda los adoptó con avidez, como muy admirablemente apropiados a su pasión por la limpieza casera; y así esas invenciones orientales, los *azulejos* de los españoles y los *az-zulaj* de los árabes, han venido a ser considerados comúnmente en el Norte de Europa por *ladrillos holandeses*.

Tal es la Alhambra: nido musulmánico en medio de una tierra cristiana; palacio oriental en medio de los góticos edificios de Occidente; elegante recuerdo de un pueblo bravo e inteligente, lleno de gracia y vigor, que conquistó, se ensanchó, floreció y pasó para siempre, dejando en España una joya arquitectónica única en el mundo, que ha hecho de Granada lugar de encantamiento de viajeros y artistas, fuente de estudio para los sabios, foco de inspiración de los poetas y arca de recuerdos y tradiciones caballerescas para un pueblo que ha heredado de los árabes la nobleza, la gracia y la imaginación fogosa.

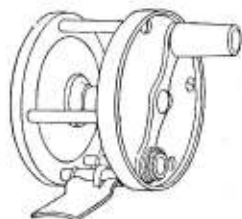


La pesca

La pesca con caña. — La pesca en el mar es una industria que en muchos países del mundo ocupa a millares de hombres y tiene extraordinaria importancia para la alimentación de los pueblos.

La pesca con caña debe considerarse como un deporte no menos interesante, por sus emociones, que la caza. El pescador de caña busca generalmente lugares salientes de la costa, muelles y arrecifes, pues cuanto más se hagan sentir las corrientes y el fondo marino sea accidentado, tanto más probable será la abundancia de peces. Los pueblos anglosajones han perfeccionado mucho los aparejos de la pesca con anzuelo, inventando cañas y sedas especiales que permiten lanzar

El grabado de la cabecera representa un pez pescado con anzuelo, dando coletazos para librarse.



Un molinete para pescar con caña

el cebo a gran distancia, hasta 60 ó 100 metros y recogerlo luego lentamente por medio de un molinete. De esta manera, en la desembocadura de los ríos se pescan los salmónidos, y en las playas abiertas toda clase de peces. Este procedimiento permite explorar con el cebo (que tiene una apariencia de vida, gracias al movimiento que le imprime el molinete) una gran parte de terreno submarino, y así salir al encuentro de la presa, en vez de esperar que pase, como sucede con el pescador inmóvil de nuestros países.

En la América del Norte el *tarpon* se pesca con caña y anzuelo. Estos peces a menudo pesan más de 200 libras; y sólo se consigue sacarlos del agua después de rendirlos a fuerza de dar y recoger hilo con el molinete, hasta extenuarlos. Y aun así, muchas veces se necesita largo tiempo para sacarlos a la orilla. También nuestros humildes pescadores de costa logran izar, sin molinete, con una simple caña de cuerda fija, pero a fuerza de una rarísima habilidad, piezas de mucho peso. (El *reigt*, en las costas de Valencia, a veces mide más de 80 centímetros de largo y pesa



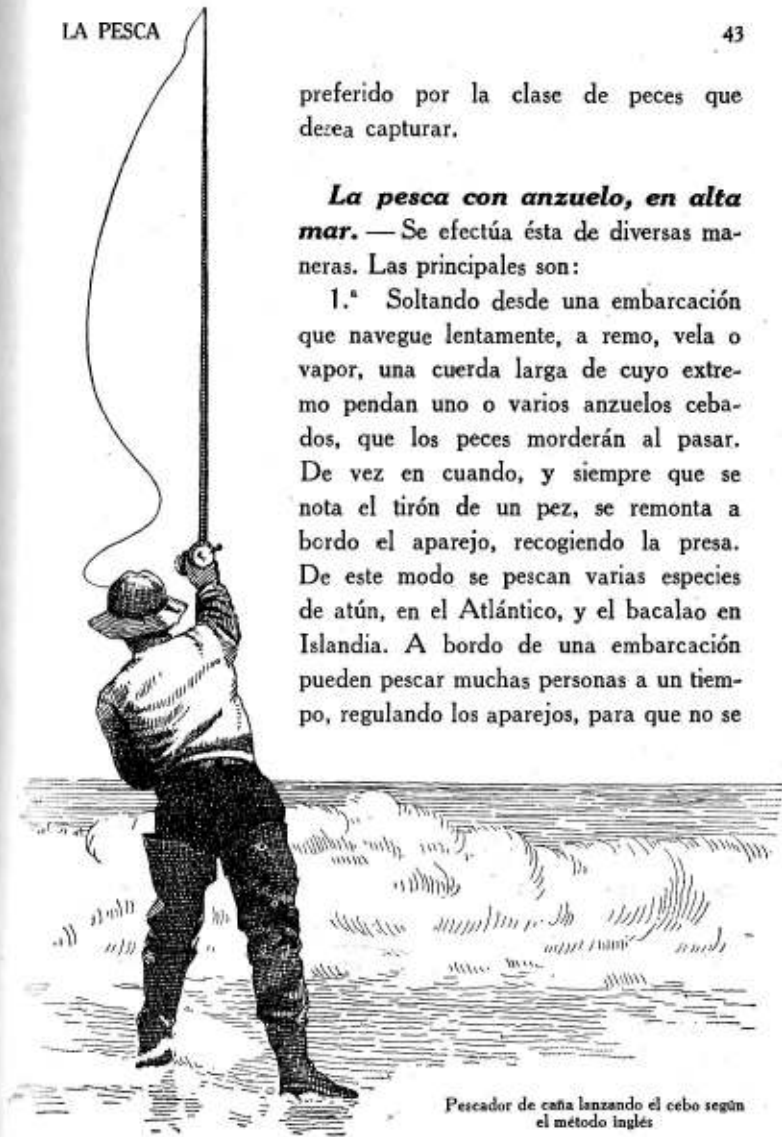
Una caña nort-americana desmontable, para pescar desde un bote

25 ó 30 kilogramos.) El pescador de caña necesita, para obtener éxito, conocer muy bien el lugar que elige, la calidad y profundidad aproximada de los fondos, y el cebo

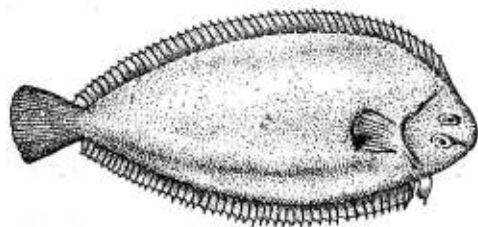
preferido por la clase de peces que desea capturar.

La pesca con anzuelo, en alta mar. — Se efectúa ésta de diversas maneras. Las principales son:

1.ª Soltando desde una embarcación que navegue lentamente, a remo, vela o vapor, una cuerda larga de cuyo extremo penden uno o varios anzuelos cebados, que los peces morderán al pasar. De vez en cuando, y siempre que se nota el tirón de un pez, se remonta a bordo el aparejo, recogiendo la presa. De este modo se pescan varias especies de atún, en el Atlántico, y el bacalao en Islandia. A bordo de una embarcación pueden pescar muchas personas a un tiempo, regulando los aparejos, para que no se



Pescador de caña lanzando el cebo según el método inglés



Lenguado común

enreden, y dán-
doles distintas
longitudes y car-
gas de plomo.
Este género de
pesca se utiliza en
todos los mares
del mundo para
capturar infinidad de especies carnívoras. Los pescadores de Islandia, universalmente famosos, realizan su duro trabajo en condiciones pésimas, debidas a la baja temperatura y a los continuos temporales que azotan la cubierta de los navíos.

2.º Otro procedimiento consiste en disponer largos cabos, en los cuales se insertan unos cordeles finos (terminados por el anzuelo), d'stantes algunos palmos, unos de otros, y de un largo aproximado de 40 centímetros. Cada cabo lleva 200 ó 300 anzuelos así dispuestos, que se ceban con pedacitos de pescado fresco. Estas cuerdas de anzuelos se sumergen debidamente lastradas con plomos, estiradas o formando caprichosas curvas, según la pericia de los pescadores de oficio. Una barca de pesca *cala* muchas cuerdas en pocas horas, y luego se procede a recogerlas o *levarlas* comenzando por la primera. Los pescadores, a medida que retiran el pescado habido, van disponiendo los aparejos en sendos covanillos, con rara habilidad y sin que se enreden.



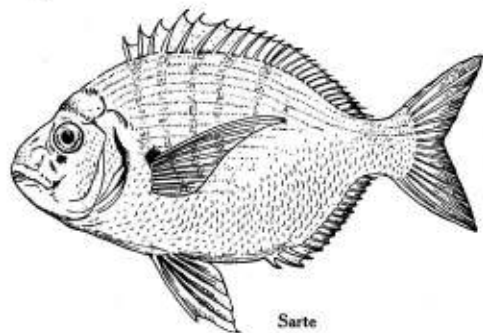
Abadejo o bacalao común

La pesca del bacalao, en los bancos de Terranova (1), es un trabajo muy rudo. Los veleros dedicados a esta industria se sitúan sobre una profundidad conveniente, dando allí fondo con áncoras y sólidas cadenas. Así permanecen muchos meses, alejados de las costas a más de 400 kilómetros y batidos de vez en cuando por furiosos temporales. Cada día se destacan de a bordo unas pequeñas embarcaciones tripuladas por dos marineros, que se apartan del buque algunas millas (la milla marina equivale a 1.852 metros), calan cuerdas de anzuelos y leván las

(1) Los bancos de Terranova están formados por aluviones (depósitos terrosos) que lentamente han ido modificando el fondo submarino. Varían entre 120 y 60 metros de profundidad. Algunas de estas islas submarinas son de mayores dimensiones que las de Terranova.



Un afortunado pescador de caña midiendo pescados de regular tamaño



Sarte

tes y los temporales, o perdidos en las espesas brumas, y de grandes navíos que chocaron con *icebergs* o con transatlánticos. La cifra de las víctimas es anualmente considerable. Cada vez que las patrullas pescadoras regresan a sus puertos de origen, a bordo faltan muchos de los bravos tripulantes que se llevaron al partir.

Terranova e Islandia proporcionan la mayor parte del bacalao que se consume en el mundo.

La pesca con trampas. — En las costas de poco fondo y durante la buena estación, se pesca con trampas. La más útil es una especie de cesto, construído con mimbres y cerrado por todas partes menos por el fondo, donde hay una abertura cónica (como en ciertas ratoneras) ter-



Serrano

que dejaron el día anterior: todo según el procedimiento ya explicado. Cada estación de pesca experimenta muchas pérdidas de pequeños equipos arrastrados por las corrientes

minada en puntas agudas y vueltas hacia el interior. Estas trampas se ceban colocando dentro de ellas sartas de arenques de barril, muy fermentados, para que atraigan la presa; y una vez ésta penetra en el traidor aparejo, no puede salir, por impedirse los pinchos. Los cestos, que en el Levante español se llaman *nansas*, se sumergen lastrándolos con piedras atadas a largas cuerdas, cuyo otro extremo está sostenido por una plancha de corcho que flota en la superficie. Los pescadores se limitan a limpiar de vez en cuando los cestos y a sacar los peces que penetran en ellos.

Cada país y región da nombres diferentes a los mismos procedimientos de pesca.

La pesca con redes. — La pesca con redes tiene muchos y complicados procedimientos.

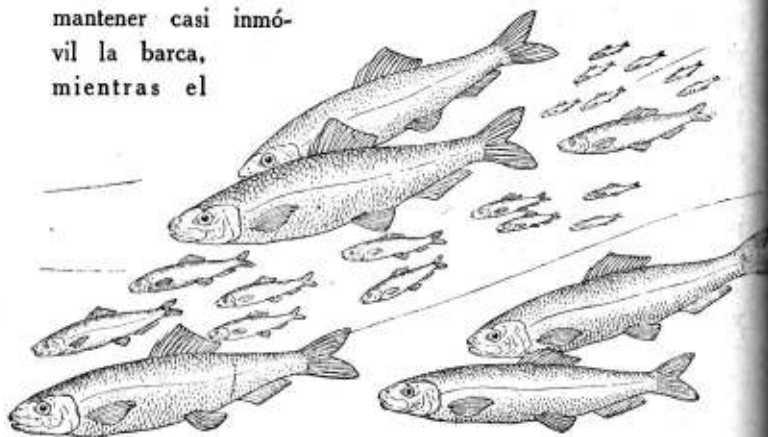


Esquema de una barca pescando con redes verticales, caladas a escasa profundidad y remolcadas lentamente

a) **Redes de deriva.** — Están compuestas de piezas larguísimas que se sostienen verticalmente en el agua por medio de corchos en la parte superior y plomos en la inferior. Estas redes las remolcan las barcas lentamente, ya en línea recta, ya en sesgos quebrados (1), o bien arrastrándolas por las

(1) En el Canal de la Mancha se usan redes cuyas piezas empalmadas alcanzan, dentro del agua, cinco o seis kilómetros de longitud.

dos puntas, de suerte que formen un semicírculo donde aprisionar los peces... Uno de tantos modos de pescar sardina, es el siguiente: una vez llegados al paraje escogido, en medio del más absoluto silencio, dos pescadores bogan lentísimamente, sólo para mantener casi inmóvil la barca, mientras el



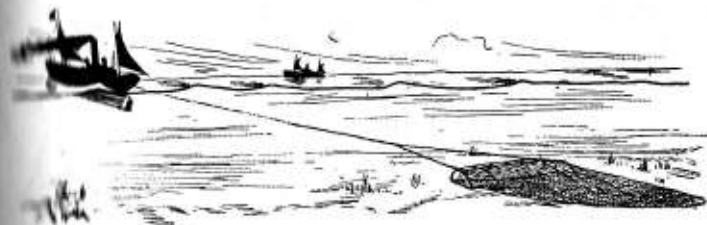
Bandada de sardinas

patrón va largando al agua, pieza tras pieza, toda la red, cuya extensión alcanza de 50 a 60 metros y su anchura cinco o seis. La red, que es de hilo muy fino y está teñida de color obscuro, para que sea menos visible, queda entonces formando una extensa valla entre dos aguas; y cuando los ojos vigilantes de los pescadores perciben la proximidad de los cardumes de sardinas, arrojan gran cantidad de cebo al lado de la red opuesto a aquel por donde avanzan los peces, de suerte que al precipitarse éstos golosamente, quedan prisioneros, ya que la dimensión de la malla está calculada para

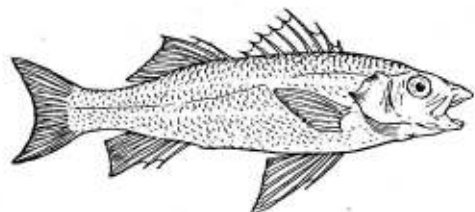
que coja la cabeza del animal y en cambio le impida retroceder, una vez pasadas las agallas. Cuando la red está cargada de peces, se necesita mucha fuerza y habilidad para vaciarla a bordo, haciendo que el pescado se desprenda sin tirar de él ni casi tocarlo.

Otras redes están compuestas con mallas de dos dimensiones, de suerte que, al penetrar el pez en ellas, se produce una bolsa que lo hace prisionero.

b) *Redes de arrastre.* — Las redes de arrastre se tienden hasta que toquen al fondo del mar, y luego se arrastran, remolcadas por uno de los barcos. En el Mediterráneo español se llama *ganguis, bou, vaca, art*, etc., a unos aparatos que varían algo de forma y dimensiones, pero en principio son todos como una larga bolsa con la boca muy abierta, que se lleva a remolque y a una marcha mediana. La arena y el lodo que levanta, enturbian las aguas, y los peces que encuentra en su camino son arrastrados al fondo del bolsón de red, de donde no pueden salir, ya que el aparejo marcha más que ellos ni tampoco les es posible nadar, pues la presión del agua los mantiene amontonados en el fondo... Estos aparatos estropean generalmente las crías de los peces, y cuando



Esquema mostrando la disposición de un vaporcito pescando con redes de arrastre



Lubina

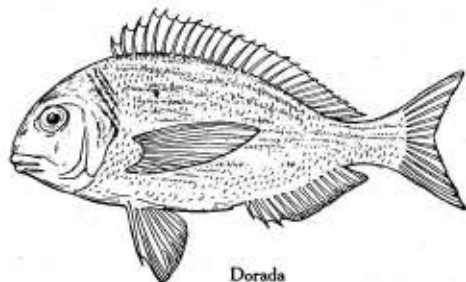
son empleados por los vapores pesqueros que se dedican a esta industria, sacan cantidades enormes de pescado, del cual sólo se aprovecha

una ínfima parte, pues lo restante sale aplastado y es de tan mala calidad, que ni siquiera paga el valor del hielo necesario para conservarlo, y lo arrojan muerto al mar.

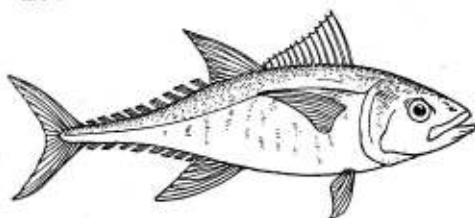
Las barcas de vela desembarcan fresco el pescado para su venta. En los vapores que pescan lejos de las ciudades, se conserva entre capas de hielo hasta su entrada en puerto.

El *atún* se pesca con redes de más de 100 metros de largo por 10 de ancho. Los atunes, que en grandes cardumes se acercan a la costa, en aguas poco profundas y durante la primavera, son rodeados con esas inmensas redes, dispuestas en forma que, teniendo un extremo fijo en la costa y otro móvil, remolcado por un barco, encierre, como en un semicírculo, un buen número de ellos. Los pescadores han de matarlos con ganchos y arpones antes de sacarlos a tierra. El peso de los atunes varía de 40 a 150 kilogramos, y algunos ejemplares llegan a tener más de dos metros de largo.

c) *Las almadras*. — Las almadras son vastas com-



Dorada

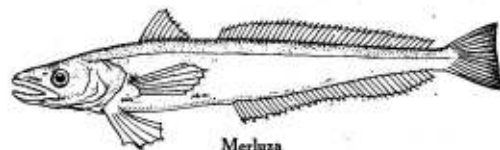


Atún común

binaciones de redes fijas, formando como un laberinto y sujetas, en forma vertical, con sólidos anclajes y flotadores instalados

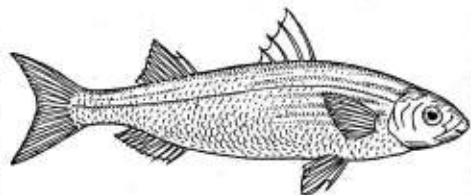
junto a la costa. Se componen de una barrera de redes, de unos tres kilómetros de extensión, que forma ángulo agudo con la línea de la costa. En el vértice están las cámaras de la almadra, o sea el laberinto de redes, que sirve para desconcertar y retener a las bandadas de atunes. Éstos, que siempre marchan nadando cerca de la costa, se meten en el interior del ángulo que se forma con la barrera de redes y buscando una salida, van a parar dentro de las cámaras de la almadra, donde son capturados y muertos. Una matanza de atunes en una almadra es un espectáculo horroroso e imponente. Los pescadores libran un verdadero combate con la masa compacta de esos grandes y recios peces, que vanamente pretenden escapar y defenderse. Una almadra es un aparejo de mucho coste; pero en una sola temporada puede capturar de 10.000 a 15.000 piezas.

La pesca de especies marinas en los ríos. — Algunas especies de peces marinos remontan, en determinadas épocas del año, las corrientes de agua dulce, como, por ejemplo, el salmón. La



Merluza

pescan en los ríos se efectúa con los mismos aparejos que en el mar, pero de menor solidez y dimensiones. Uno de los



Mújol (Lliscera)

más grandes peces que cambian del agua salada a la dulce es el *esturión*: alcanza siete metros de largo, y se han cogido ejemplares que pesaban 3.200 libras. Vive en el Mar Negro, en el Caspio y en el Azov, y remonta en ciertas épocas los ríos de Rusia, el Danubio, etc. Es muy estimado por su sabrosa carne. El *caviar*, tan apreciado por los buenos paladares, se fabrica con huevos de esturión. La pesca de estos peces en los ríos se efectúa con mucha facilidad. Un centinela los espera en un lugar de poca profundidad, y advierte a los pescadores, que con garfios y arpones los capturan. Se

cuenta que en un solo día un puesto de pesca ha cogido 15.000 peces de esta especie. Si en lugar de pescarlos se les deja que se reproduzcan libremente, forman cardumes tan espesos y sólidos que llegan a obstruir un río de 120 metros de anchura y siete de profundidad.



Raya

Muchos de los procedimientos de pesca descritos se ejecutan durante la noche, por razón de que muchas clases de peces aprovechan la obscuridad para salir de caza. Los grandes se comen a los pequeños, siguiendo el ciego instinto que impera en el mundo submarino; y la obscuridad es en este caso su cómplice. Al pescador le ayudan igualmente las tinieblas, ya en el engaño del cebo puesto en el anzuelo, ya en que las redes no se perciben. Y este es otro caso en que también el más grande, o por lo menos el más astuto, triunfa asimismo del pequeño y más débil...

Maneras excéntricas de pescar. — En China y cerca de sus costas, pescan por medio de unas aves semi-



Chino pescando con sus cormoranes

amaestradas, los *cormoranes*. A estos pájaros, que se alimentan de pescado, los capturan los indígenas y les colocan en el cuello una argolla fácilmente desmontable y rigurosamente ceñida. De este modo el pobre pájaro no puede tragarse el pescado que coge, y lo conserva en el pico. De allí se lo toma el pescador, su dueño, y (manteniéndoles sujetos con las manos) de vez en cuando les quita la argolla para que puedan comer lo necesario. Así se acostumbran automáticamente



Rémora común mostrando la ventosa dispuesta sobre su cabeza

a pescar para su amo, el cual les paga su salario tan mezquinamente como puede.

Los indígenas de Zanzíbar, de Cuba, del estrecho de Torres, etc., pescan las tortugas de mar valiéndose de un pez que hace todo el trabajo: la *rémora*. Ésta posee encima de la cabeza una suerte de ventosa que se adhiere con tal fuerza en las superficies lisas, que es muy difícil arrancarla de ellas. La especie de rémoras más conocida puede alcanzar 60 centímetros de longitud y un peso de cuatro kilogramos. Los indígenas colocan una anilla en la cola del pez, de modo que no pueda escaparse; atan a ella una cuerdecita fuerte y ligera, y sueltan el animal en los parajes frecuentados por las tortugas, que se duermen casi a flor de agua, tomando plácidamente el sol, pero con un sueño tan ligero que es casi imposible aproximarseles sin que lo noten. Los pescadores dejan que la *rémora* prisionera nade y, en su instinto de huir y defenderse, se

adhiera fuertemente a una tortuga. Tiran entonces de la cuerda, recuperan el inocente pescador sin saberlo, se apoderan de su presa, y siguen repitiendo el juego mientras la *rémora* tiene fuerzas para nadar. Es un sistema cómodo de tener servidores...

La pesca de esponjas y ostras perleras. — En las costas de Siria los naturales del país pescan esponjas (reputadas como las mejores del mundo), sumergiéndose por medio de una gruesa piedra atada a una cuerda, a la cual se sujetan con las manos. Muy hábiles y fuertes, consiguen profundidades mayores de 20 metros durante más de dos minutos. Sin abandonar la piedra que les ha servido para hundirse, siempre cogidos a la cuerda, arrancan las esponjas cuidadosamente. Con un tirón brusco avisan luego a sus compañeros, quienes les remontan rápidamente a la superficie, algunas veces casi desmayados. Estos bravos tienen a veces encuentros desagradables con peces de gran tamaño, y suelen morir muy jóvenes.

En el golfo de Méjico, en Key-West, pescan las esponjas con un aparato draga, llamado *gangava*, que si bien da mucho rendimiento, en cambio destruye todos los criaderos.

En regiones donde se crían esponjas a poco fondo, las pescan con una especie de *tridentes*. Con rara pericia los pescadores hacen desprender de las rocas las esponjas, sin romperlas. La pesca por medio de *buzos* es ya empleada en muchas regiones productoras de esponjas. Los pescadores de perlas, en el Golfo Pérsico y el Océano Indico, operan de una manera semejante a los de esponjas. Los persas utilizan una especie de *trapecio* lastrado con piedras,

que les sirven para sumergirse rápidamente. Se tapan con algodón las narices y las orejas, y llevando un cuchillo entre los dientes, dispuestos a la pelea con los tiburones, se hunden en el mar. Luego remontan con las ostras guardadas dentro de un cesto o saquito de malla. En los países poco civilizados las pesquerías no pueden efectuarse con buzos, por la oposición y hostilidad que los indígenas demuestran contra ese sistema.

Las épocas de pescar. — Las diferentes especies de animales marinos se aproximan a las costas en determinadas épocas del año. Así, cada región costera tiene sus fechas para pescar clases determinadas. Los pescadores con redes y en alta mar, pescan todo el año; cuando una especie ha desaparecido, otra la substituye. Los pescadores de anzuelo tienen que contar con que el pez *muerda*, y esto no sucede en ciertas épocas del año, en que el aficionado, poco práctico, se encuentra con que los peces discurren alrededor del anzuelo cebado, pero sin tocarlo. Esto es debido a que cuando en el mar abundan las huevas de las crías, las larvas, etcétera, etc., es tal la abundancia de alimentación, que los peces desprecian el cebo del pescador, siempre menos apetitoso que las golosinas ocultas en la profundidad de las aguas. La primavera es la estación en que el mar, como la tierra, *florece* en su inmensa variedad; y es también al mejorar la temperatura cuando se produce la eclosión de las huevas de miríadas de especies. Las larvas submarinas ofrecen entonces un tierno e inagotable pasto a las especies perseguidas por el pescador de anzuelo. Y éste se ve precisado a esperar hasta julio o agosto, en que el hambre y

la escasez obliguen a los peces a aceptar el convite de su cebo traidor.

Las pescas más abundantes, aun para los pescadores de oficio de todos los mares del globo, coinciden con el invierno de la región pesquera.



Ballena amamantando a su cría
(ballenato)

La caza del coloso de los mares. — De todos los seres que pueblan los mares, el mayor es la *ballena*. Existen especies de ballenas cuyos ejemplares alcanzan tamaños colosales: una longitud de 30 metros, un peso de 160.000 kilogramos y una fuerza que les permite nadar con una velocidad de 40 kilómetros por hora. Como la ballena no es un pez, no puede hablarse con propiedad de su *pescas*, sino mejor de su *caza*; pero como la acción pasa en el mar y tiene un alto interés dramático, la relataremos aquí.

La ballena respira el aire atmosférico, como los animales terrestres; pero su enorme tamaño y el peso de su cuerpo no le permite vivir en tierra. ¡Qué patas necesitaría este monstruo para poder caminar! Y además ¿dónde hallaría una suficiente cantidad de alimento para nutrirse? (1).

El alimento y la facilidad de moverse los encuentra la ballena en el mar.

Su *cuerpo* se mueve con gran rapidez, debido en primer lugar a su forma ahusada, la más a propósito para hender el agua. Esta forma es la que se ha adoptado para los submarinos. El motor de la ballena es su robusta cola, que la empuja velozmente hacia adelante, de un modo parecido a la manera como las hélices impulsan a los barcos.

Con objeto de facilitar el avance, el cuerpo de la ballena es liso, reluciente, sin nada que sobresalga, si se exceptúan las aletas laterales, que sirven para mantener el equilibrio, virar y subir y bajar en el agua.

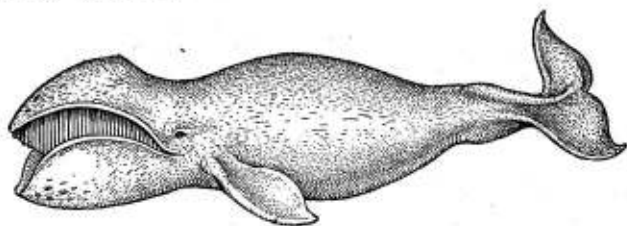
Para atender a su flotación tiene la ballena debajo de la piel una gruesa capa de grasa de unos 40 centímetros de espesor. Esta grasa es también la capa protectora del animal cuando al verse perseguido se sumerge a ciertas profundidades, donde el agua ejerce una fuerte presión.

Los *ojos* de la ballena son pequeños; están colocados a ambos lados de la boca y recubiertos de una cortina durísima, a propósito para resistir la presión del agua.

Uno de los órganos más interesantes de la ballena es su *boca* enorme, pues en su interior cabe un bote pequeño. Como

(1) Cuando en el Mediterráneo sucede que una ballena viene a morir embarrancada en la costa, es que está sin duda debilitada por falta de alimentación suficiente.

la ballena se alimenta de animalitos muy pequeños, su boca está provista de una red resistente y flexible, formada con la materia que se usa para fabricar *ballenas de corsé*. Esta red cuando la boca se cierra arma en su interior como una suerte de jaula de espesos barrotes. Abre la ballena su boca, a manera de almadraba natural, se llena de agua y de animalillos. Vuelve a cerrarla: sale el agua por las rendijas de



Ballena boreal

las *ballenas*, y los animales quedan dentro, comprimidos por la lengua y engullidos después.

Hemos dicho que la ballena respira el aire atmosférico. Efectivamente: cada tres o cuatro minutos el animal, que generalmente se mantiene en aguas superficiales, asoma la parte superior de su cabeza, donde se hallan los agujeros por donde respira, expulsa de sus pulmones el aire gastado, absorbe aire fresco, y luego vuelve a sumergirse.

Tales son los momentos que los pescadores de ballenas aprovechan para clavar sus *arpones*. Antes se lanzaban éstos a mano, pero modernamente se disparan con unos cañoncitos especiales.

Los buques, de vela o vapor, destinados a la caza de los cetáceos, están contruídos ex profeso, son muy fuertes para

resistir el mal tiempo y la presión de los hielos, y sobremanera rápidos para poder seguir las evoluciones de los colosos del mar. Indistintamente se les conoce por *balleneros*.

Los capitanes de esos navíos hallan muchas dificultades para reclutar la marinería necesaria a sus buques, pues las expediciones son extraordinariamente penosas. Un gran marino, el capitán Kellmer, nos da una descripción interesante de esta clase de aventuras. HeLa aquí:

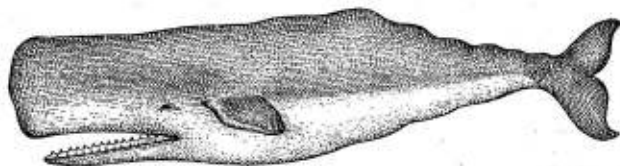
"El vigía, metido en la barrica que, ligada en lo alto del palo mayor, le sirve de refugio, ha gritado: "¡Ahí va una ballena!"; y con el brazo extendido señala a lo lejos los grandes chorros de vapor que el monstruo lanza por las narices. Al oír el grito de alerta, toda la gente de a bordo se pone en movimiento, escrutando con avidez el horizonte. El capitán interroga al vigía sobre la situación del monstruo, y transmite al timonel rápidas indicaciones para darle caza... Los equipos perseguidores (dos o tres), compuestos de seis u ocho marineros, un cabo y un arponero, se lanzan a los botes y los arrian desde los pescantes al mar (1). Pronto todos están en sus puestos, con los arpones, las cuerdas cuidadosamente arrolladas, la lanza; y a las últimas órdenes del capitán, que procura identificar la pieza señalada, las balleneras parten como una exhalación.

"¡Adelante!", les grita el oficial. Pero los marineros no necesitan este acicate, sabedores de que el primer equipo que llegue junto a la presa cobrará una buena prima. Los recios torsos se curvan sobre los remos; las distancias disminuyen rápidamente, y pronto la masa negruzca de la ballena se destaca

(1) Los *pescantes* son los hierros curvados y provistos de poleas, que sirven para subir y bajar los botes de la borda de los navíos,

sobre la superficie del mar. Este es el momento de disponer el plan de ataque. Si se trata de una verdadera ballena, conviene atacarla perpendicularmente a su longitud, porque la colocación de los ojos no le permite ver de lado con la misma claridad y precisión que de frente, al contrario de lo que le ocurre al cachalote.

"En este caso se trata de una ballena, entretenida apaciblemente comiendo en un espeso banco de moluscos. El



Cachalote

atlético arponero se yergue en la proa, pronto a lanzar el pesado hierro. "¡Duro, hijo mío! ¡Duro con ella!", grita el patrón del bote. Rápida como un dardo, la pesada arma se hunde en el lomo oscuro del cetáceo, que, sorprendido y furioso, alzando un remolino de un topetazo de su gigantesca cola, envuelve la barca en una montaña de espuma. "¡Vira en redondo!", ordena inmediatamente el patrón. Con un esfuerzo supremo de los remeros, el bote se aparta del peligro que entrañan los remolinos producidos por la inmersión del coloso. La cuerda atada al arpón se desarrolla con tal rapidez, que se hace necesario bañarla de agua constantemente para que el roce no la quemé. La ballena tiene la facultad de sumergirse como un plomo, y el tiempo que puede permanecer bajo el agua oscila entre dos y treinta minutos. Sólo la tensión de la cuerda indica el momento de

recogerla, operación que debe hacerse muy rápidamente, pues si se formasen lazos entrañarían un grave peligro. La vista experimentada de los marineros escruta el abismo, acechando el momento en que el cetáceo remontará a la superficie. Éste es el episodio culminante, en el cual puede ocurrir la tragedia.

“Si la herida es leve, la enfurecida ballena puede de un solo coletazo hacer trizas la frágil embarcación, lanzándola, con todos sus tripulantes, a una espantosa altura; o bien si el escozor del hierro hostiga al animal, éste es capaz de emprender una desenfundada carrera, a más de 30 kilómetros por hora, arrastrando la barca con todos sus hombres, los cuales, para no perderse, no tendrán entonces más remedio que cortar el cable... Si el arpón hirió en parte vital, como en el caso que se relata, la ballena remonta, flotando exánime, y el bote se acerca para rematar al coloso con un lanzón especial. El color rojo, sangriento, de los chorros de vapor que el animal arroja por las narices, anuncia su fin; y la barca se aparta para dejar ejecutar al monstruo su extraña *danza de la muerte*, que

consiste en dar vueltas, cada vez más lentas, hasta quedar tumbada, inmóvil, yerta.”



Cañón lanzaarpones

Así ocurre cuando la caza es feliz, pues de lo contrario, como en el caso del *Awanshonks*, las consecuencias son trágicas.

A la vista de un cetáceo, del buque ballenero *Awanshonks* se destacaron tres botes, en uno de los cuales oficiaba de arponero un portugués llamado Vera, reputado en el Pacífico como el hombre más hábil y audaz de su gremio. Otros dos botes de otros tantos balleneros, uno escocés y otro americano, daban caza al mismo monstruo. Los escoceses llegaron primero, pero el diestro Vera, desde una distancia de 15 metros y por encima de la cabeza de los escoceses, lanzó y clavó profundamente en el coloso — que era un enorme cachalote — su arpón. Luego el bote del portugués se dirigió en línea recta, a fuerza de remos, hacia el animal herido; y estaban ya los cazadores muy cerca, y el hábil portugués se disponía a clavar un segundo arpón, cuando el cachalote se sumergió, desapareciendo totalmente.

Ansiosos los marineros, estaban observando a su *alrededor* las transparentes aguas, cuando de pronto surgieron *debajo* del bote las formidables y repugnantes mandíbulas del monstruo. Cogida entre ellas, una de las cuales estaba armada de grandes y puntiagudos dientes, la embarcación fué reducida a astillas. Presa de una formidable furia, el cachalote destrozó a los pescadores, y a Vera con ellos. El arponero, ensangrentado y malherido, se defendió bravamente, pero pereció. De los nueve hombres que tripulaban la tripulación, sólo uno pudo salvarse...

En los buques de vapor la caza se efectúa lanzando el arpón por medio de un cañoncito especial, que evita la arriesgada caza desde los botes. El cañón tiene un alcance de

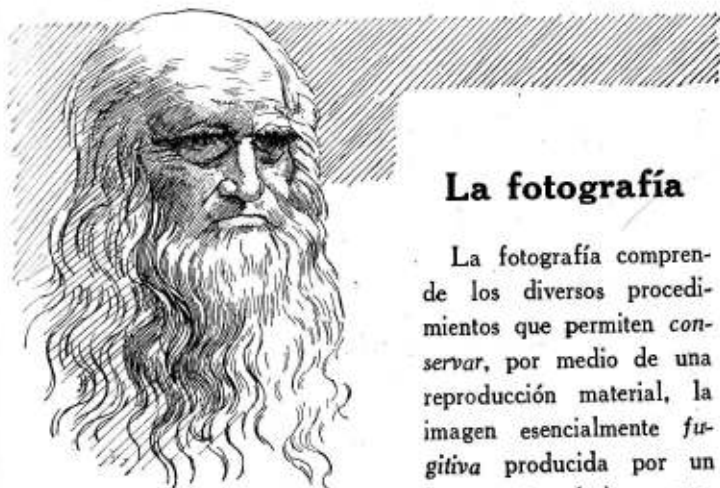
50 metros y lanza un dardo que, además de tener la forma del arpón, lleva un cartucho explosivo que mata al animal. El dardo va cogido al cable necesario para remolcar la presa hasta el costado del buque, donde por medio de unos tubos de acero y una bomba se inyecta a aquélla una suficiente cantidad de aire para que flote con seguridad, en espera de poder luego despedazarla. Si el arpón se clava en la cola, se ha dado algún caso de ser remolcado el vapor (aunque desplace unas 300 toneladas) durante largas horas, como le ocurrió al *San Juan de Terranova* en junio de 1911.

Una ballena vale muchos miles de pesetas. La persecución constante de estos mamíferos reduce cada día su número, y quizá acaben por extinguirse todas las especies.

La pesca crea en muchos países una importante industria, la de *conservas*. En España son muy importantes las fábricas situadas en la costa del Norte, que preparan las sabrosas *sardinas en aceite*.

La preparación del *abadejo* comienza a bordo mismo, y los pescadores destripan, lavan y salan las piezas; y una vez desembarcadas, se ponen a secar cuidadosamente, se salan, limpian y embalan en fardos.

El *aceite de hígado de bacalao* se prepara a bordo mismo de los navíos pesqueros, y exige una manipulación muy cuidadosa. Se escogen los hígados de las mejores piezas; se lavan copiosamente, y una vez escurridos, se cuecen al "baño maría". El calor hace estallar las células hepáticas, que sueltan el aceite límpido, casi sin olor y de un sabor muy soportable. Cuando esta clase de aceite es incoloro o purificado, ha perdido una parte de sus cualidades. El mejor es de un tono amarillo claro.



La fotografía

La fotografía comprende los diversos procedimientos que permiten *conservar*, por medio de una reproducción material, la imagen esencialmente *fugitiva* producida por un instrumento óptico apropiado (objetivo, telescopio, microscopio, etc.) y sacar de ella un número ilimitado de ejemplares.

Los inventores. — Se atribuye al gran artista y sabio italiano Leonardo de Vinci la invención y empleo de la primera *cámara obscura* portátil, con la que dibujaba rápidamente diseños de arquitectura y paisajes. Fué después perfeccionada por Cardán, Enclide y Benedetti. (Este último empleaba ya en 1585 una pequeña lente, que era un *objetivo* rudimentario). La cámara obscura fué muy vulgarizada por Porta; y finalmente, el sabio Johan Zahan, en 1702, introdujo en ella grandes perfeccionamientos. El inventor de la fotografía propiamente dicha fué el francés J. M. Daguerre (1787-1851), quien dió a conocer las primeras imágenes perfectas ejecu-

El grabado de la cabecera representa el croquis de un autorretrato del gran sabio y extraordinario artista Leonardo de Vinci.

tadas por medio de la cámara oscura y con auxilio de procedimientos químicos. A las primeras fotografías que se divulgaron se las llamaba *daguerreotipos*. Desde aquellos días, la humanidad no ha cesado de estudiar y perfeccionar tanto los aparatos como los procedimientos, tan popularizados en la época actual.

Qué es una cámara oscura. — Si en una de las paredes de una caja cerrada y rectangular (o de una habitación



Fig. 1. — En la cámara oscura, un objeto externo e iluminado se reproduce invertido en la pared opuesta al agujero que permite la infiltración de la luz. (La inversión de la luz ocurre en virtud de leyes físicas que no cabe explicar en este artículo)

oscura) se abre un pequeño agujero, en la pared opuesta aparece proyectada la imagen de los objetos exteriormente expuestos a la luz y situados en un determinado *campo*. Esta proyección da una imagen invertida. Para examinarla, cuando el fenómeno ocurre en el interior de una cámara oscura, puede disponerse de una abertura lateral o de un cristal esmerilado, como en los aparatos fotográficos corrientes.

Según es mayor o menor el agujero que se practique en una cámara oscura, varía la distancia a que los objetos exteriores son reproducidos con limpidez.

El ojo humano es una cámara fotográfica. — El sentido de la vista nos permite percibir la luz, y, por lo tanto,

las formas y los colores. Se considera este sentido como el más elevado y perfecto; por medio de él nos damos cuenta de la existencia de objetos que no se hallan en inmediato contacto con nosotros. El órgano de la visión es el *ojo*. Éste funciona como un aparato fotográfico. Los rayos luminosos penetran por la *pupila*; después

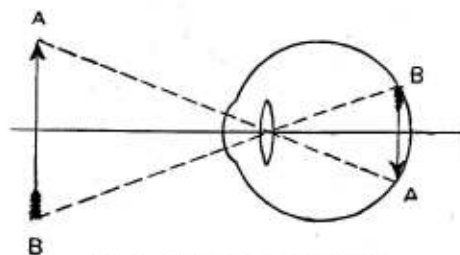


Fig. 2. — El ojo humano, en principio, es una cámara oscura

de atravesar el *humor acuoso*, y al hallar el *crystalino*, se *refractan*, formando en el interior del ojo, en la *retina*, una pequeña imagen *invertida*. Nosotros la vemos *enderezada*, porque nuestro cerebro no considera la imagen, sino el objeto exterior de que

proviene. La imagen excita en la retina los extremos de los filamentos nerviosos provenientes del *nervio óptico*, y por este intermediario las *impresiones luminosas* llegan al *cerebro*, que las traduce en *ideas*. La semejanza con un aparato fotográfico es notable; la *coroides*, que forma la cavidad del ojo, es una membrana oscura que impide la formación de reflejos en el interior del globo ocular:

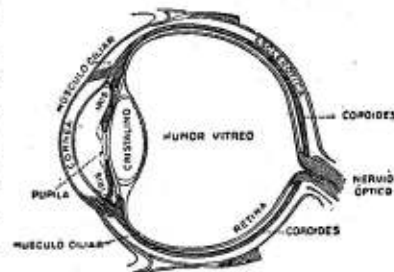


Fig. 3. — Esquema del corte de un ojo humano, el aparato de fotografía más maravillosamente perfecto: cámara, objetivo, diafragma, obturador, placa y laboratorio, todo en una pieza

todas las cámaras fotográficas están interiormente pintadas de negro mate, para evitar el mismo efecto. El cristalino es una verdadera lente muy semejante a un objetivo, por su forma y transparencia. El iris es un diafragma perfectí-



Fig. 4. — Esquema del corte de algunas formas de lentes que se emplean para fabricar objetivos fotográficos. Los tres primeros son convergentes, y los tres últimos divergentes

simo. Todas las cámaras de buena calidad se hallan provistas de un diafragma progresivo, llamado *iris*, porque trata de imitar al del ojo humano. Como que en el ojo la *impresión de las placas* es constante, el *obturador*, que es el *párpado*, sólo se utiliza para el reposo. La retina representa en el ojo humano la placa sensible y el laboratorio, todo a un tiempo. Esta placa se *impresiona*, se *revela* y *transmite pruebas* al cerebro, en el espacio de $\frac{1}{70}$ de segundo, quedando otra vez lista para impresionarse dentro del mismo lapso de tiempo...

Cualquier persona puede observar el funcionamiento exterior de su propio iris. Cuando hay exceso de luz, como en verano, la pupila se encoge hasta parecer un puntito, y en cambio al caer la tarde se dilata a medida que la luz disminuye. En la máquina fotográfica si la luz es muy brillante se necesita *diafragmar*, esto es, disminuir la entrada de luz en la cámara oscura.

El objetivo fotográfico. — Los objetivos fotográficos se obtienen combinando lentes talladas en bloques de cristal; sus formas son convergentes o divergentes (fig. 4). Las lentes recogen y distribuyen los rayos luminosos, siguiendo determinadas leyes ópticas.

El objetivo es el instrumento más importante de la técnica fotográfica, y se distingue por las siguientes características: *distancia focal*, *diámetro de abertura útil* y *extensión del campo focal*.

Para que un objetivo sea bueno, no debe tener *aberraciones* ni *distorsiones*, sino producir una imagen *clara*, cuyos bordes se *recorten* con nitidez. Esto sólo lo consiguen los constructores inteligentes, mediante la combinación de lentes perfectamente talladas. La pureza del cristal tiene poca importancia, y es frecuente encontrar en los objetivos más caros pequeñas burbujas o manchas negras, que en nada desmerecen el aparato. Esas imperfecciones son debidas a las raras calidades de cristal que es necesario fabricar para obtener una talla perfecta.

Los objetivos de primera calidad son difíciles de manejar; el más pequeño defecto por parte del operador, compromete todas las cualidades de aquéllos. Los principiantes sacan mejores fotografías con objetivos medianos. Nunca debe comprarse un aparato de primera calidad para debutar como fotógrafo.

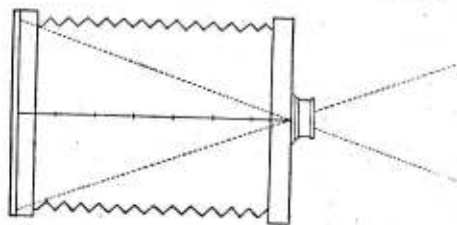


Fig. 5. — La distancia focal equivale a siete veces el diámetro de la abertura máxima del objetivo

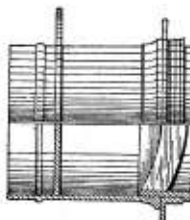


Fig. 6. — Objetivo simple acromático

Los objetivos de buena y mediana calidad llevan generalmente grabada la indicación de su *distancia focal*, es decir, la longitud que debe tener la cámara oscura que les corresponde, desde la lente hasta la placa, para obtener el máximo de limpieza en la imagen con la máxima abertura del diafragma. Este límite extremo de abertura luminosa, o sea el *diámetro de abertura útil*, va indicado con cifras en el objetivo, y ese diámetro se regula, aumentándolo o disminuyéndolo, mediante el *diafragma*. La generalidad de los aparatos modernos van provistos del sistema de diafragma llamado *iris*, que es el más perfecto. El diafragma modifica las cualidades del objetivo e influye notablemente sobre la imagen.

Cuanto más pequeño es el diafragma con que se opera, tanto más limpia y homogénea resulta la imagen producida por el objetivo; pero desgraciadamente sólo en determinados casos es posible emplear aberturas muy pequeñas, porque aumentan demasiado el tiempo de exposición. A medida que se emplea un diafragma más pequeño, aumenta la extensión del *campo focal*, o sea que el objetivo abarca claramente más cerca (primeros términos) y más lejos (el infinito). Por ejemplo: un objetivo que tenga 4'5 de abertura, para placas 10 × 15 cm., empieza a producir una imagen limpia a 70 metros del operador (de

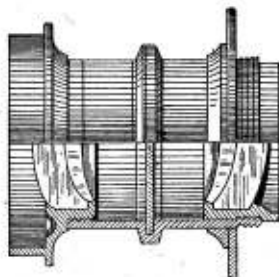


Fig. 7. — Objetivo rectilíneo

suerte que la gran abertura es poco utilizable); y, en cambio, el mismo objetivo, muy diafragmado, puede dar una imagen de absoluta perfección desde los 10 metros hasta el infinito.



Fig. 8. Gran angular

A medida que los tamaños de placa son más pequeños, la dificultad desaparece; así, un mismo objetivo de 4'5 de abertura, para una placa de 45 milímetros (aparatos estereoscópicos), foca la imagen limpia desde siete metros hasta el infinito, y diafragmando a una abertura de 16, foca desde cinco metros hasta el infinito.

El empleo de pequeños diafragmas, disminuyendo la intensidad de luz, obliga a un tiempo de exposición *más largo*, del mismo modo que un grifo de agua pequeño tarda más tiempo que uno grande en llenar un depósito.

En general, las diversas aberturas que señalan las cifras de un diafragma están calculadas de modo que, al pasar de una cualquiera a su inferior, debe doblarse el tiempo de exposición.

Los principiantes, en general, tienen el defecto de hacer fotografías em-

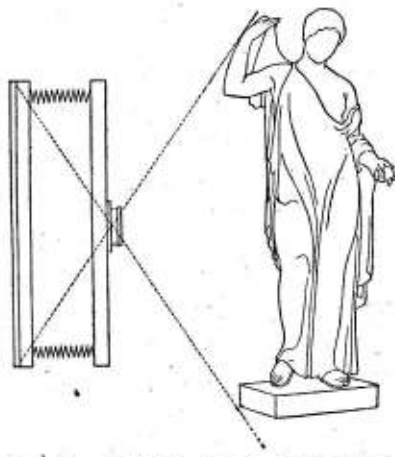


Fig. 9. — El objetivo llamado «gran angular», se caracteriza por tener un foco corto y un ángulo grande, cosa que le permite fotografiar objetos de mucho tamaño a muy poca distancia. En virtud de sus mismas cualidades, el gran angular exagera la perspectiva



Fig. 10. — Doble anastigmático.

pleando las mayores aberturas del diafragma y las más grandes velocidades del obturador, cuando para sacar buenos clisés se necesita precisamente lo contrario: operar con el diafragma más pequeño y con el mayor tiempo de exposición posible.

Clases de objetivos. — En su origen el objetivo se componía de un grupo de dos lentes reunidas (fig. 6). Era este el objetivo *simple acromático*. Existen actualmente aparatos con toda clase de objetivo; pero sólo sirve para paisajes, no para vistas arquitectónicas, puesto que curva y contorsiona las líneas rectas.

El objetivo *rectilíneo* (fig. 7) está exento del defecto señalado en el anterior.

Los *grandes angulares* (fig. 8) son muy empleados para paisajes y monumentos arquitectónicos, en virtud del ancho campo que abarcan (aproximadamente 90°), lo que permite fotografiar, por ejemplo, una fachada a una distancia relativamente muy corta.

Los objetivos *anastigmáticos* son muy empleados, porque en ellos se procuró aunar todas las ventajas de los diversos sistemas. Los aparatos de marcas famosas suelen ir provistos de objetivos anastigmáticos o *doble anastigmáticos*.

Los objetivos destinados a sacar retratos suelen ser de *foco largo*, para que puedan fotografiar a cierta distancia del aparato sin reducir

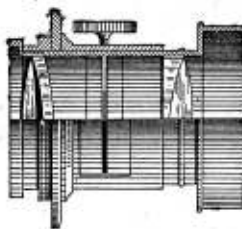


Fig. 11
Objetivos para retratos

mucho el objetivo (cualidades opuestas a las de un gran angular). No tienen necesidad de abarcar un gran campo focal, pues el objeto a fotografiar se halla siempre en un espacio reducido; en cambio, pueden utilizar toda su apertura, que es grande y muy necesaria cuando, por ejemplo, se deben fotografiar niños, a los cuales no hay medio de mantener inmóviles el tiempo indispensable a una exposición prolongada.

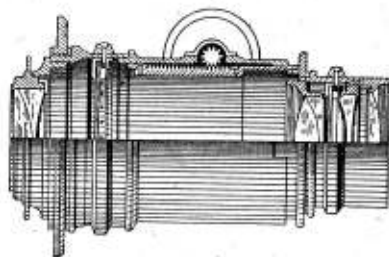


Fig. 12. — En el teleobjetivo, a semejanza del telescopio, pueden modificarse las distancias entre las lentes.

El *teleobjetivo* es una combinación de lentes según un dispositivo telescópico, y se utiliza para fotografiar objetos muy lejanos. En principio, es como si a un aparato fotográfico se le añadiese un telescopio. La colaboración de ambos permite impresionar escenas de animales salvajes, a los cuales no es posible acercarse, detalles de montañas lejanas, etcétera, etc.

Para elegir un objetivo. — De las diversas cualidades expuestas, se pueden deducir las conclusiones siguientes:

Para los aparatos de mano, destinados a la fotografía instantánea, son preferibles objetivos *anastigmáticos* o *doble anastigmáticos* de gran apertura, porque se prestan al uso general.

Para especializarse en arquitectura, *grandes angulares*.

Los retratos de taller exigen un objetivo de *foco largo* y de *gran luminosidad*.

Para naturalistas, etc., el *teleobjetivo*.

Los objetivos deben ser limpiados muy cuidadosamente, con trapos viejos de seda finos, pues en virtud de estar com-



Fig. 13. — Los objetivos para retratos en sus cualidades son lo contrario de un «gran angular», es decir, que se destinan a fotografiar objetos de tamaño reducido (figura humana, cabezas, bustos), un poco alejados de la cámara para evitar deformaciones, y sin que el objeto se reduzca mucho. Tienen «poco ángulo» y son «largos de foco»

puestos de cristales muy blandos, se rayan fácilmente con el polvo. Deben guardarse bien tapados el mayor tiempo posible.

Los aparatos fotográficos y sus accesorios. — En principio, todos los aparatos fotográficos son una cámara oscura; pero en detalle, los inventores y constructores han ido modificando continuamente su disposición para adecuar el aparato al servicio especial que se le destina.

Existen dos grandes grupos de aparatos: los destinados al trabajo *de taller* (retratos, reproducciones, etc.), y aquellos que suelen usarse al *aire libre* (viajes, escenas movibles, etc.)

Los primeros pueden ser de gran tamaño y su peso no importa; los segundos deben sujetarse a dimensiones limitadas y a la máxima reducción de peso.

Las cámaras de taller (fig. 14) están construidas sólidamente y cuentan con un mecanismo completo que permite al operador mover el aparato en todas direcciones sin desplazarlo. Los *chasis* de estas máquinas son generalmente muy fuertes, de tapas rígidas, y permiten usar *placas* de todos tamaños.

Las cámaras transportables y extensibles son, dentro de su tamaño, ligeras y están dispuestas para descansar sobre un trípode (fig. 15). Se les adapta objetivos de diversas cualidades y con obturadores diferentes, si es necesario. Los chasis para las placas son, en general, de los llamados *de cortinilla*.

Los aparatos destinados a la fotografía *instantánea* son

tan diversos, que prescindimos de su descripción, dando como conocidos del lector los principales tipos para placas de cristal, con almacén automático, y los que emplean *películas* arrolladas o planas.

Otros aparatos con *doble* objetivo están destinados a la fotografía *estereoscópica*.

El obturador. —

Después del objetivo, el mecanismo más impor-

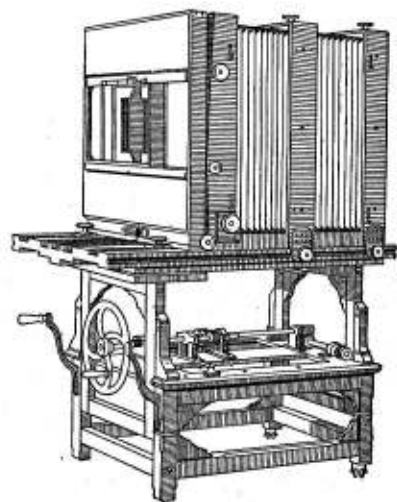


Fig. 14. — Cámara de taller, para «retratista». A pesar de sus grandes dimensiones se maneja fácilmente.

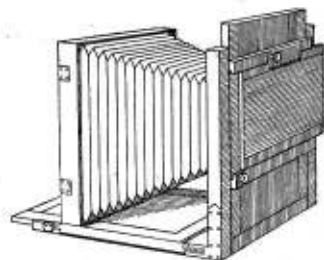


Fig. 15. -- Cámara plegable para trabajar con trípode

tante de un aparato fotográfico es el *obturador*. La necesidad que se sentía en la fotografía moderna, de reproducir objetos en movimiento, ha creado una diversidad de mecanismos destinados a abrir y cerrar el objetivo, regulando el tiempo de exposición con la mayor exactitud. Cuanto más calidad tiene un objetivo, tanto

más perfecto debe ser su obturador.

Hay dos sistemas de obturadores: el que está generalmente situado entre los dos grupos de lentes del objetivo, y el obturador de *plano focal* (1), que actúa cerca de la placa sensible.

Teóricamente, el mejor es el de plano focal; pero en la práctica y en aparatos corrientes, funcionan con más perfección los que van colocados en el objetivo.

Éstos pueden ser del sistema llamado de *guillotina* *recta* (fig. 17) o *guillotina circular*, y de *mecanismo central* (fig. 19); los segundos son muy aceptados.

Los procedimientos mecánicos de que se valen los constructores para abrir y cerrar el obturador en instantáneas de diversa velocidad, *pose*, etc., son muy complicados, y varían casi en cada fabri-



Fig. 16. -- Chasis llamados de cortinilla

cante. En general, se reducen a *resortes* y pequeños *frenos de aire*.

La velocidad del obturador necesaria. — Las grandes velocidades que algunos obturadores de plano focal po-

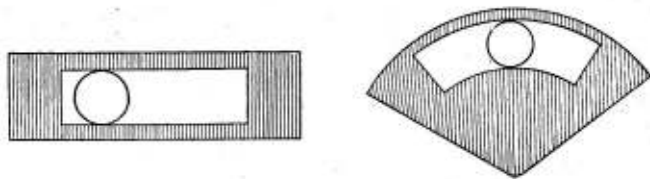


Fig. 17. -- Esquema del obturador llamado «de guillotina». Una placa cuya abertura rectangular se desliza rápidamente entre los lentes, abriendo y cerrando el objetivo o un segmento de círculo que, al girar, hace el mismo efecto

seen ($1/2000$, por ejemplo), sólo pueden utilizarse con placas especiales y en muy buenas condiciones de luz. Sirven para fotografiar todo lo que se halla dotado de movimientos rápidos, cerca del operador. Sin pretender una exactitud perfecta (pues la velocidad de obturador necesaria para un objeto móvil varía según la distancia a que éste se halla del aparato), daremos algunas cifras corrientes: un buen obturador de objetivo, para fotografiar un hombre que camina, a unos 15 metros del operador, necesita una velocidad de $1/50$ de segundo; el agua de un torrente, $1/70$; un caballo al trote, $1/80$; un caballo al galope, $1/200$, etc. Un obturador que alcance un $1/250$ de velocidad, es muy completo. Debe tantearse en la práctica el resultado del aparato, pues no suelen ser muy exactas las cifras facilitadas por los fabricantes.

(1) También llamado de *cortinilla*.

Las placas sensibles. — Las placas o películas fotográficas están generalmente fabricadas extendiendo, sobre cristal o celuloide, una emulsión de bromuro de plata, en granos microscópicos, distribuidos de una manera uniforme en la gelatina que sirve de vehículo. Las grandes fábricas que elaboran placas y películas preparan por medio de máquinas especiales la emulsión,

cuyas fórmulas químicas guardan celosamente, y consiguen dar al mercado placas fotográficas de cualidades distintas por su sensibilidad a los colores, rapidez, etc. Cada marca tiene sus especialidades. En términos generales, las placas *muy rápidas* producen imágenes *menos finas* que aquellas de una sensibilidad media. Muchos aficionados prefieren operar con placas extrarrápidas, cosa contraria a la obtención de buenos clisés. Estas placas, de extrema sensibilidad, cuando las circunstancias lo exigen (como, por ejemplo, para carreras de automóviles, saltos de caballo, etc.), se emplean con obturadores rápidos, a $\frac{1}{500}$ a $\frac{1}{2000}$ de segundo; pero las imágenes obtenidas son siempre mediocres.

Las placas de cristal son preferidas por muchos, dadas sus cualidades de manejo cómodo en el laboratorio. Los carretes o rollos de película tienen la ventaja de

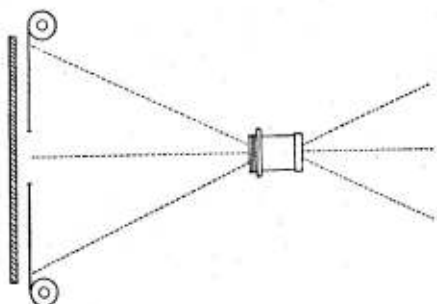


Fig. 18. — El obturador de «plano focal» se compone de una cortinilla que se desliza muy cerca de la placa. Esta cortinilla tiene una abertura variable en el centro, que es por donde los rayos luminosos impresionan la placa

su ligereza y facilidad para la carga y descarga en los aparatos.

El *film-pack*, paquete de películas cortadas sueltas, ofrece un término medio de cualidades entre la placa y el rollo.

Las placas de cristal están sujetas a un defecto: el *halo de refracción*, producido por el brillo del cristal en los puntos luminosos de la imagen. Los fabricantes de placas corrigen este defecto por medio de las placas *anti-halo*, que entre la gelatina y el cristal, o bien detrás de éste, llevan una preparación que las hace opacas. En las películas, en virtud de su poco espesor, no se produce el defecto antes mencionado.

Las placas fotográficas se cargan en los chasis. Esto se hace en los laboratorios, sirviéndose de una débil luz roja y evitando todo contacto con la cara sensible.

Por qué se impresiona una placa fotográfica.

— Los trabajos de numerosos sabios no han podido aún dilucidar el proceso de la formación de la imagen latente en la placa sensible. La teoría más aceptada es la *hipótesis química* que supone al bromuro de plata transformándose, bajo la acción de la luz, en una porción de sub-bromuros. Por vía de comparación, puede decirse que en la placa ocurre lo mismo que si se concentran con una lente los rayos solares sobre un objeto inflamable. Las lentes del

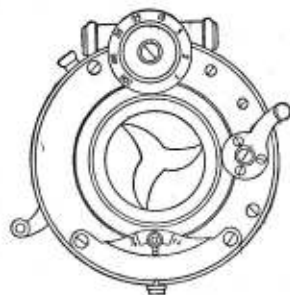


Fig. 19. — El obturador dotado de «mecanismo central», se compone de varias piezas colocadas entre las lentes

objetivo producen una *quemadura* en la placa sensible, más o menos fuerte según la intensidad luminosa del modelo.

Conservación de la imagen latente. — El desarrollo o *revelado* de un clisé puede ser diferido por algunos meses, a condición de substraer las placas a toda influencia exterior (calor excesivo, humedad, luz, etc.). La sensibilidad de las placas es tal, que se ha hecho el experimento siguiente: un trozo de periódico, aplicado durante algunas horas sobre la superficie de una placa, en medio de la mayor obscuridad, produce, al ser revelado el clisé, una imagen muy visible de los caracteres tipográficos contenidos en el papel.

Determinación del tiempo de exposición. — La parte más difícil de la fotografía es acertar el tiempo de exposición necesario para impresionar una placa, pues los factores que intervienen son muy complejos. Los principales son:

- El grado de sensibilidad de la placa.
- La época del año.
- La hora del día.
- El tiempo (claro, nublado, brumoso, etc.).
- Los colores del objeto o modelo.
- La clase del objetivo.
- Las velocidades disponibles del obturador.

Para determinar el tiempo de exposición se han inventado numerosos aparatos, *folómetros*, etc., pero no parecen ser de un empleo muy práctico. Los fotógrafos profesionales adoptan el sistema de graduar el diafragma mirando la cantidad de luz por el cristal deslustrado de la cámara; pero esto, en la fotografía instantánea, casi nunca es posible. Las *tablas*



Fig. 20
Esquema de un negativo



Fig. 21
Esquema de un positivo

impresas y las *automáticas* son muy recomendables, por lo menos a los principiantes. Operando con tablas, la cifra de clisés malos se puede reducir a un 10 por 100, mien-

tras que muchos aficionados, que se empeñan en trabajar "de instinto", deben resignarse a la cifra contraria: un 10 por 100 de clisés aprovechables.

Desarrollo de la imagen negativa. — Las placas o películas, después de impresionadas por la luz dentro del aparato fotográfico o cámara oscura, al desarrollarlas en el laboratorio por medio de la acción química de un *revelador*, producen una imagen negativa, esto es, que los tonos claros o luminosos del modelo fotografiado aparecen negros u opacos y los tonos oscuros, primero blancos y después, bajo la acción del *fijador*, transparentes.

Existen muchas fórmulas químicas destinadas a *revelar* las placas; y, generalmente, el aficionado prefiere operar con reveladores preparados por acreditados fabricantes de productos fotográficos. Los fotógrafos profesionales acostumbran a prepararse ellos mismos las fórmulas de revelador, pero esto necesita laboratorios y aparatos especiales.

En la operación de revelar, que se ejecuta a la débil luz roja de una lamparilla, influyen, además del preparado químico, la temperatura de los líquidos, el tiempo del baño, la limpieza de los utensilios, etc.

Después de revelarlas, las placas se lavan cuidadosamente y se someten a un baño de fijación, que produce la transparencia de la gelatina y hace desaparecer toda sensibilidad al clisé. Éste es lavado luego al agua corriente y puesto a secar al abrigo del polvo.

Diversos baños químicos pueden *reforzar* o *debilitar* un clisé si sus defectos lo exigen.

Los "écrans" o pantallas ortocromáticas. — Las placas sensibles tienen para los colores naturales, azules y violetas una mayor sensibilidad que para los amarillos, verdes y anaranjados. A fin de corregir este defecto, que se observa, por ejemplo, al tomar la fotografía de un paisaje de arboledas y celajes, se emplean pantallas de cristales coloreados, que se colocan a voluntad delante o detrás del objetivo. Estos aparatos auxiliares, llamados comúnmente *écrans*, del francés *écran*, son ligeramente amarillentos, absorben una parte de las radiaciones azules o violetas, permiten equilibrar los matices de color, dando a la fotografía fineza y detalle.

La fotografía estereoscópica. — Cuando examinamos un objeto sirviéndonos de ambos ojos, percibimos con gran precisión el relieve de los objetos cercanos; pero disminuye mucho si cerramos un ojo. La sensación de relieve que produce la fotografía *estereoscópica*, es debida a que el aparato im-

presiona dos clisés distintos, equivalentes a la doble imagen de los ojos humanos. Cada clisé es ligeramente distinto de su gemelo, y al examinar a los dos juntos, formando una sola imagen, por medio del aparato estereoscópico, se obtiene la indicada y curiosísima sensación de relieve, sobre todo en los primeros términos.

El papel fotográfico y el tiraje de pruebas. — Un clisé *negativo* puede ser utilizado para impresionar toda clase de *papeles sensibles* y *positivos en cristal*, propios para las vistas estereoscópicas y las proyecciones. El papel sensible para el tiraje de pruebas fotográficas se prepara con emulsiones de gelatina y bromuro de plata (*papel bromuro*). Es menos rápido que las placas, pero se trata de una manera semejante en el laboratorio. Otros papeles llamados de *imagen aparente*, están preparados con diversas fórmulas de nitrato de plata, citrato, etcétera, y son más frecuentemente empleados para las buenas pruebas fotográficas.

El tiraje se efectúa por medio de *presas*, cuyo mecanismo mantiene adheridos el papel fotográfico y el clisé negativo, mientras dura la *insolación* necesaria para impresionar el papel. Después de esta operación, se procede al *revelado*, si se trata de papel *bromuro*, o al *viraje*, cuando los papeles son de *imagen aparente*. Las pruebas, lavadas y secas, pueden pegarse a cartones, etc., etc.

Las ampliaciones. — Por diferentes métodos puede obtenerse, de un clisé de pequeñas dimensiones, una *imagen ampliada*. El procedimiento más corriente se ejecuta valiéndose de una linterna dotada de un foco de luz potente,

una cámara extensible y un objetivo (fig. 22). Los rayos luminosos que atraviesan el clisé negativo son recogidos por las lentes y proyectados sobre el papel. El tamaño de la ampliación está condicionado por el grado de perfec-

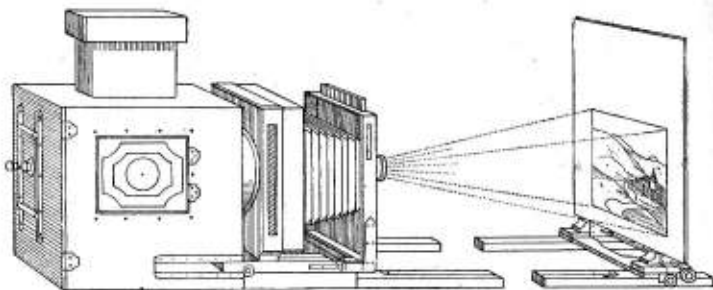


Fig. 22. — Una linterna de ampliaciones

ción del clisé negativo. En Londres se exhibió al público, en 1918, una fotografía de los campos de batalla, que medía 15×10 metros, ampliada de un clisé del tamaño de una tarjeta postal. Esta ampliación fué muy celebrada por su perfección.

La imagen que la proyección de la linterna produce sobre el papel sensible o sobre una placa fotográfica, es igual a la que se obtiene con el tiraje directo sobre papel, etcétera. Otras linternas de proyección tienen por objeto, como la antigua *linterna mágica*, mostrar vistas a un público reunido en salones de conferencias, escuelas, etc., etc. El máximo perfeccionamiento de la linterna de proyección es el *cinematógrafo*.

La fotografía en colores. — El inglés Isaac Newton, en el siglo XVII, teóricamente admitía ya que la mezcla de los tres colores fundamentales (rojo, amarillo, azul) permitiría la reconstrucción de toda

la extensa gama del iris. Desde aquella fecha esta teoría fué explotada por innumerables sabios y artistas, y modernamente, los hermanos franceses Lumière, ilustres químicos especializados en fotografía, han inventado las placas llamadas *autocromas*, utilizables prácticamente en la fotografía corriente.



Fig. 24. — Descartado el objeto principal, disminuye el interés del paisaje

Las placas autocromas pueden emplearse en cualquier aparato fotográfico, siendo preferibles los objetivos muy luminosos, pues todavía necesitan un tiempo de exposición mucho mayor que el requerido por las placas corrientes.

La placa autocroma es impresionada directamente, es decir, que constituye un ejemplar único, y no existe hasta ahora ningún medio de sacar copias de ella. Esta placa revelada por métodos especiales y preservada de posible deterioro, mediante un barniz, debe ser examinada al trasluz, como un positivo estereoscó-



Fig. 23. — Ejemplo de un paisaje simétrico



Fig. 25. — El mismo paisaje con el objeto principal puesto a un lado



Fig. 26. — Composición arquitectónica tomada de frente

pico sobre cristal. Es un procedimiento difícil, pero de bellísimo resultado.

La fotografía artística.

— Una parte de la técnica fotográfica corresponde al buen

gusto, es decir, el sentido artístico; y esto tiene tal importancia, que muchas veces un clisé casi malo, pero artísticamente curioso, interesa más que otro cuya perfección material sea intachable. En el primero, la composición, la luz, etc., dan una imagen bella; en el segundo, la sola posibilidad de poder contar las hojas o las piedras representadas no interesa a nadie.

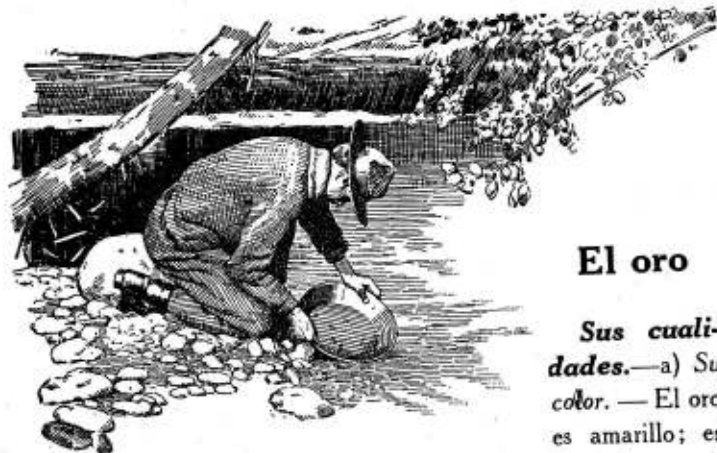
Uno de los elementos más importantes para componer fotográficamente, es lo que en pintura se llama *saber cortar* el cuadro; por ejemplo: si se trata de un paisaje, la belleza de la composición varía grandemente tomando más o menos terreno, más o menos celaje (fig. 23), o bien colocando el sujeto principal del cuadro (una casa, un árbol, una figura humana) a un lado o en el centro. No existe sobre esto ninguna regla, pero la observación de obras pictóricas es muy recomendable, y en general, puede deducirse que los artistas tienen tendencia a rehuir la *simetría*.



Fig. 27. — La misma composición en perspectiva ligeramente ladeada

Un mismo paisaje cambia mucho según su distribución.

Cuando se trata de arquitectura, un efecto de perspectiva, no exagerándolo, aumenta mucho el interés de la composición,



El oro

Sus cualidades.—a) Su color.

— El oro es amarillo; es el único metal

que, en estado de pureza, tiene este color. El latón también es amarillo, pero no es un metal puro, sino una aleación de cobre y cinc.

b) *Su peso*. — El oro es diez y nueve veces más pesado que el agua; si se exceptúa el platino, el oro es el más pesado de todos los metales.

b) *Su ductilidad*. — El oro es tan dúctil, que un grano, esto es, 0'0648 de gramo, puede convertirse en un hilo de 150 metros de longitud. Es mucho más dúctil que la plata. El oro es el más dúctil de todos los metales, exceptuando el hierro.

d) *Su resistencia*. — Un alambre de oro, cuyo diámetro sea de $\frac{7}{10}$ de milímetro, puede soportar un peso de 75 kilogramos.

El grabado de la cabecera representa un "buscador de oro" en California, lavando en una jofaina la arena de un río, para reconocer si contiene polvo de oro.

No obstante, el cobre, la plata y el hierro pueden soportar pesos mayores todavía.

e) *Su maleabilidad.* — Un grano de oro batido puede llegar a cubrir una superficie equivalente a 1'65 metros cuadrados.



Una pepita de oro puro

No hay ningún metal que pueda *extenderse* en hojas tan delgadas.

El oro se *corta* tan fácilmente como el plomo, pero en cambio no se deja *moler*.

El oro, sometido a elevadas temperaturas, se *funde*.

Tiene la ventaja de que, aunque se caliente y liquide, *no despidе vapores* y, por consiguiente, *no pierde peso*.

El oro *no se oxida* aunque esté expuesto a la intemperie. Ninguna substancia lo *empaña*. A causa de estas cualidades, de no perder peso ni ser atacado fácilmente, se le llama *metal perfecto*. La plata y el oro son metales preciosos, pero sólo el oro es perfecto.

Sus aleaciones. a) El oro puede alearse con otros metales. Pero ¿es preciso mezclarlo? ¿No podemos utilizarlo puro?

1.º El oro es un metal que escasea y, por lo tanto, es caro; por eso se mezcla con otros metales más comunes y de menos valor.

2.º El oro, mezclado con el cobre o el hierro, forma una aleación de mucha mayor dureza y utilidad.

3.º Mezclando el oro con otros metales, adquiere colores muy vistosos y apreciados. Los joyeros lo mezclan con plata, cobre o hierro, según la coloración que desean obtener.

b) *El oro de ley.* — Las monedas de oro no son de oro puro. Para que tengan la dureza conveniente, se acuñan empleando oro mezclado con cobre. La *ley* de las monedas, es decir, la proporción en que se hallan ambos metales, es la siguiente: por cada 900 partes de oro, 100 de cobre.

c) *La marca de ley.* — Las barras de oro, así como las de plata, sufren el examen de personas autorizadas por los gremios de joyeros y plateros, los cuales, si las hallan en las condiciones debidas, les estampan un sello indicando que el metal es *de ley*.



Minero africano, en una mina de oro, trabajando con una máquina perforadora. Estas máquinas abren los agujeros donde se colocan los cartuchos de dinamita, que, al hacer explosión, pulverizan las rocas

Dónde se halla. — El oro se encuentra en las venas de *cuarzo* que atraviesan las rocas y también en el *lodo* y la *arena* de los ríos. En este último caso, el hecho indica que el oro procede de las montañas, juntamente con las piedras que el río arrastra en su labor de erosión. En algunos casos, muy pocos, el oro se encuentra junto con la plata y otros metales. A veces se halla en forma de granos o piedras, llamados *pepitas*. En Australia se encontró una pepita que valía unas 250.000 pesetas.

Los países que más oro producen son los siguientes:

(En kilogramos)

Unión Sudafricana 378.000	Canadá 146.000	Estados Unidos 132.000	Australia 42.000
México 26.000	Rhodesia del Sur 25.000	Japón 22.500	Costa de Oro 21.000
Filipinas 20.700	Corea 17.500	Colombia 16.200	Congo Belga 13.000
India 10.206	Chile 9.000	Perú 7.900	Nueva Guinea 6.800

La U. R. S. S. es uno de los principales países productores, pero no se tienen datos oficiales

Cómo se extrae del cuarzo y de la arena. — a) El cuarzo se pulveriza primero, y luego se lava. Los grandes pedruzcos de oro se recogen fácilmente, porque el oro, al ser molido el cuarzo, no se pulveriza; los trocitos pequeños se recogen haciendo pasar la piedra molida que los contiene por encima de una capa de mercurio; lo que es piedra resbala y no se adhiere, pero el oro se funde con el mercurio; éste se evapora después, y queda el oro al descubierto. Después que el oro se

ha purificado, se le da la forma de lingotes o barras, o se granula, según los usos a que se destine.

b) Las arenas auríferas se lavan cuidadosamente y se pasan por un cedazo.

Su utilidad. — *El oro se usa:*

- Para acuñar monedas.
- Para fabricar cubiertos, vajillas, etc.
- Para fabricar anillos, brazaletes y otras joyas.
- Para construir las monturas de los relojes de bolsillo.
- Para dorar multitud de objetos, mediante las hojas o el polvillo de oro o por medio de la galvanoplastia.
- Para empastar muelas y en otros diversos trabajos de odontología.

Los buscadores de oro. — Cuando en los Estados Unidos se empezaron a descubrir yacimientos de oro, se estableció rápidamente hacia ellos una corriente emigratoria de aventureros de todos los países, en especial de Europa. Aquellos hombres, unos ambiciosos, otros que tenían cuentas pendientes con la justicia, perecían a millares, ya por las privaciones o bien en luchas y asaltos de bandidaje; algunos, muy pocos, lograban encontrar un *placer* (así llamaban a los yacimientos de oro) y lo explotaban penosamente, entregando a los especuladores la mayor parte del rendimiento. Los que partían de las ciudades de la costa a las zonas desiertas de Alaska o de California, decían que marchaban al *Infierno*, pues así era llamada la región del oro. Más tarde surgieron grandes pueblos y ciudades cerca de las minas auríferas, creándose una gran riqueza en aquellos privilegiados países.

En Rusia las minas de oro siempre han pertenecido al Estado.

Los sitios donde abundó el oro se señalan por los grandes trabajos y privaciones que en ellos sufrieron los hombres. Por la posesión de este metal, que es símbolo de la riqueza y el bienestar, se han cometido innumerables crímenes e infamias, se desencadenaron guerras fratricidas y la humanidad experimentó las mayores miserias. Esta amarga ironía de los hechos contra las falsas ilusiones, nos enseña que la verdadera riqueza no debemos buscarla en los tesoros materiales, sino en los del espíritu.



El buzo

El traje del buzo. — El traje impermeable y herméticamente cerrado que usan los buzos, se llama *escafandra*. Este traje impermeable va combinado con el casco y un sistema de válvulas que permiten suministrar al buzo el aire necesario a la respiración. Existen dos principales sistemas de escafandras: en el más antiguo el aire es suministrado al buzo *desde la superficie*, por medio de un tubo flexible y la presión de una bomba. En el más moderno, la *provisión de aire la lleva el mismo buzo*, que solamente por medio de cuerdas o hilos telefónicos *conserva comunicación con la superficie*.

Las escafandras están confeccionadas con una tela cauchutada muy fuerte, reforzada en todos los puntos donde tiene dobleces.

El extremo de las mangas termina con unos brazaletes de caucho puro, que impiden la entrada del agua. El extremo

El grabado de la cabecera representa un buzo con su traje especial *escafandra*, pronto a sumergirse.



Casco de buzo
visto de frente

del pantalón es cerrado, terminando como unas medias. El cuello del traje va sujeto a una argolla de cobre lo suficientemente ancha para dejar pasar la cabeza del buzo. La escafandra se viste pasándola al cuerpo a través de la abertura superior. Las partes de caucho, cuando no se usan, han de guardarse de la intemperie.

El casco es esférico, de cobre, y está estañado por dentro; tiene cuatro grandes agujeros cubiertos de grueso cristal,

que permiten al buzo ver a su alrededor; el cristal delantero se desmonta con facilidad, para permitir respirar el aire puro hasta el último momento antes de sumergirse.

El casco comunica con el tubo de aeración; y para el caso de una rotura de la tubería, tiene dispuesta una válvula que con la presión del agua se cierra automáticamente.

El aire inyectado por la bomba penetra en el casco, a través de largos y delgados orificios dispuestos cerca de los cristales, creando una ligera corriente en el interior de éstos, a fin de evitar que la respiración del hombre, formando vapor, los empañe e imposibilite la vista, cosa que sucede casi siempre en el máximo de profundidad a que pueden trabajar los buzos (unos 40 metros). Untando con glicerina el interior del cristal, se evita algo este inconveniente.



Casco de buzo
visto de perfil



Lámpara eléctrica con armazón protector, usada por los buzos

Por medio de una válvula que el buzo mismo regula moviendo la cabeza, se aumenta o disminuye el escape del aire respirado y del sobrante que inyecta la bomba; si el buzo no es experto y deja aglomerar un exceso de aire, sus vestidos se hinchan y a pesar suyo remonta a la superficie. Es necesario algún entrenamiento para aprender a moverse bajo la presión del agua. Un aprendiz de buzo, al sumergirse, ofrece un espectáculo cómico a sus compañeros veteranos. Cae, se levanta, camina a gachas y nunca puede coger lo que desea...

Los zapatos de las escafandras llevan unas gruesas suelas de plomo, que sirven para aumentar la posición vertical. De los hombros del buzo también penden grandes placas plúmbeas, para ayudarle a hundirse.

En el cinturón lleva el buzo un grueso cuchillo, que utiliza, ya para su defensa, ya para abrirse paso entre las plantas marinas del fondo. Por medio de una cuerda delgada y fuerte, también atada al cinturón, y tirando de ella, el buzo comunica con la superficie. El teléfono se emplea poco, con el fin de suprimir complicaciones.

Para proveer de aire al buzo sumergido, se emplean bombas movidas a brazo, por medio de volante o palancas.



Zapatos de buzo, con las suelas de plomo

Para regularizar la aeración, la bomba llena un depósito-caldera sometido a una presión constante; desde allí, regularizado el aire por una espita, pasa el tubo y desciende hasta el buzo, que de este modo no soporta ningún cambio de régimen en la presión de aire inyectado.

Los tubos de alimentación de aire que van desde la bomba al casco de la escafandra, han de ser particularmente fuertes para resistir presiones de 15 a 20 kilogramos por centímetro cuadrado.

Las escafandras del sistema descrito, provistas de bomba y tubería, son muy corrientes en la marina de guerra, en la mercante, en el servicio de puertos y construcciones submarinas, y entre los pescadores de esponjas y coral. Por la gran práctica adquirida en el manejo de estos aparatos, los accidentes son escasos.

Los aparatos de nuevo modelo, escafandras de funcionamiento independiente, sin tubo ni bomba, rinden grandes servicios cuando se trata de introducirse y circular por el interior de los navíos naufragados, pues, por razón de lo intrincado de los caminos a seguir, con el viejo sistema anteriormente descrito los buzos correrían el peligro de sufrir una avería en el tubo de alimentación, y con ello una muerte segura.

Las escafandras de funcionamiento independiente se componen, como las otras, del traje impermeable, el casco, los zapatos, el lastre, etc., y especialmente llevan el complemento de una mochila, dentro de la cual hay unos tubos de acero llenos de oxígeno comprimido y un mecanismo regenerador de aire, a base de cartuchos de potasa. Puesto en funcionamiento el aparato, durante dos o tres horas puede

suministrar al buzo aire respirable. En caso de peligro, el buzo puede remontar con rapidez a la superficie, llenando bruscamente de aire el traje impermeable, operación que se ejecuta abriendo por presión una pequeña válvula. Para que al subir de una gran profundidad (40 metros) el traje no estalle con el cambio de presión, funciona una válvula automática que lo impide, equilibrando

de una manera progresiva el aire interior con la presión externa. Estas escafandras acostumbran a disponer de comunicación telefónica con la superficie. El aparato transmisor y receptor se instala dentro del casco. Algunas veces la conversación que el buzo sostiene con sus compañeros de la superficie es horriblemente trágica. Debemos imaginarnos las impresiones que un buzo soporta al visitar el interior de un gran transatlántico naufragado, lleno a veces de centenares de cadáveres. El hombre está solo en el espantoso silencio del abismo, descubriendo, a la vacilante luz de su linterna, escenas de horror...

La comunicación es necesaria en los casos de salvamento, para subir pesos, atar cables, etc.

Los buzos deben tomar muchas precauciones para resguardar su sa-



Escafandra sin tubo. El mecanismo sujeto a la espalda suministra el aire necesario, y el buzo tiene así una completa libertad de movimientos

lud: vestirse de lana, salir lentamente del agua, colocarse mullidos cojines en el interior del casco, etc. El buzo necesita ayuda para vestirse. Sus ayudantes montan el cuello metálico y atornillan el casco, revisando cuidadosamente todo el mecanismo hasta el momento de la inmersión. Cuando el buzo está sumergido, se asegura de que en su escafandra no haya ningún escape, cerrando del todo la válvula que da salida al aire gastado; entonces se produce un silencio tan absoluto, que el rumor de un escape de burbujas de aire, por pequeño que fuese, sería percibido inmediatamente.

A menudo los buzos sienten molestias, zumbidos en los oídos, dolores en la cabeza: todo a causa de la presión. A cada 10 metros de profundidad, ésta aumenta un kilogramo por centímetro cuadrado. En caso de no ser el buzo hombre muy sano, pueden sobrevenirle accidentes graves.

La escafandra se emplea cada día más en toda clase de trabajos submarinos. Una escafandra completa cuesta varios millares de pesetas.

La necesidad de trabajar a una profundidad mayor de 40 metros — como en el salvamento de tantísimas naves hundidas —, ha hecho que multitud de inventores intenten emplear escafandras de tipo rígido, es decir, construídas de acero y capaces de resistir fuertes presiones sin daño para el buzo. En muchos casos parece que se han obtenido resultados satisfactorios, pero no se ha llegado todavía a la adopción de un tipo definitivo.



El arte antiguo

El arte en los pueblos primitivos. — Todos los pueblos, por bajo que fuese el nivel de civilización, han tenido un arte, pues el instinto de producir efectos bellos e impresiones agradables es inherente a la naturaleza humana.

Los restos de pinturas, armas y objetos de las Edades prehistóricas, nos prueban que en aquellos tiempos remotos existió un arte que a veces parece infantil, pero que ofrece ejemplares verdaderamente bellos.

El proceso que siguió el desenvolvimiento de este arte, es el mismo que puede observarse en la infancia. Primero aparece el gusto de trazar líneas y figuras geométricas y combinar colores; luego viene el interés por las siluetas de animales, y, finalmente, por la figura humana.

En lo que más se distinguieron algunos de los pueblos primitivos, durante la Edad llamada *del reno*, fué en la reproducción de animales en movimiento. No poseyendo aquellos hombres aparatos fotográficos de ninguna clase, es de ad-

El grabado de la cabecera representa un dolmen existente en Siria.



Bisonte saltando
(Pintura prehistórica de la cueva de Altamira)

mirar la agudeza de su vista, que les permitía sorprender los más rápidos movimientos; y dibujarlos.

Los hombres de la Edad del reno, durante la cual Europa estaba cubierta de hielo, vivían en cavernas resguardadas.

Pero después, al cambiar el clima, al suavizarse y sobrevenir una época de grandes lluvias, los renos huyeron hacia el Norte, porque sólo pueden vivir en climas muy fríos. Con la inundación de las cavernas y llanuras, Europa se hizo casi inhabitable, y nada sabemos de los hombres que en ella quedaron.

La arquitectura primitiva. — Los primeros vestigios de arquitectura conocidos, pertenecen al último período de la época glacial. Mientras el rigor del clima y el aislamiento condenaban a los hombres primitivos a la vida nómada y mísera del cazador, es probable que se contentaron de un abrigo de enramada, o de una cavidad natural entre las rocas. Para las tumbas se servían de una caverna pétreo, que en algunas ocasiones decoraban con toscos dibujos. Muchos siglos después de la Edad del reno, aparece una nueva civilización que se conoce con el nombre de Edad de la *piedra pulimentada*. De esta época son las hachas de piedra, con mango de asta de ciervo, y las primeras vasijas. Los hombres de las orillas de los lagos viven en

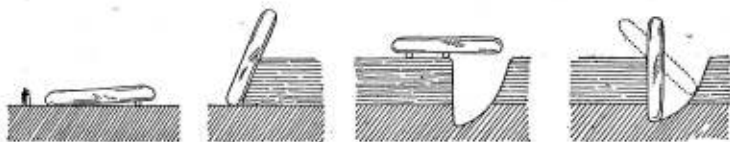
ciudades lacustres o *palafitos*, y en otros lugares aparecen los primeros monumentos arquitectónicos que se conocen: los monumentos *megalíticos*, hechos con grandes piedras sin labrar. Los más importantes son: los *menhires*, grandes piedras, algunas de 20 metros de altura, colocadas seguramente para conmemorar algún acontecimiento; los *dólmenes* (mesas de piedra), antiguas tumbas que estaban recubiertas de un montículo de tierra, pero que hoy han quedado desnudas por la acción de las aguas y el viento; los *cromlechs* (círculos de piedras); las *naus* y *talayots* de Baleares, etcétera, etc.

La construcción. — Los recursos técnicos de aquella época eran muy limitados. Como herramientas sólo se conocían hachas y martillos de piedra o hueso, inservibles para trabajar la piedra. Es probable que también se conociese el procedimiento de agujerear y cortar



Construcción prehistórica llamada «Nau» (nave), en la isla de Menorca. Se cree que fue una tumba de grandes guerreros de aquellos lejanos tiempos

los materiales duros, por medio de arena y agua impulsadas por un movimiento rotativo o alternativo, y sobre todo las piedras, sometiéndolas por su parte agrietada a los efectos del calor energético de las llamas, seguido de un brusco enfriamiento.



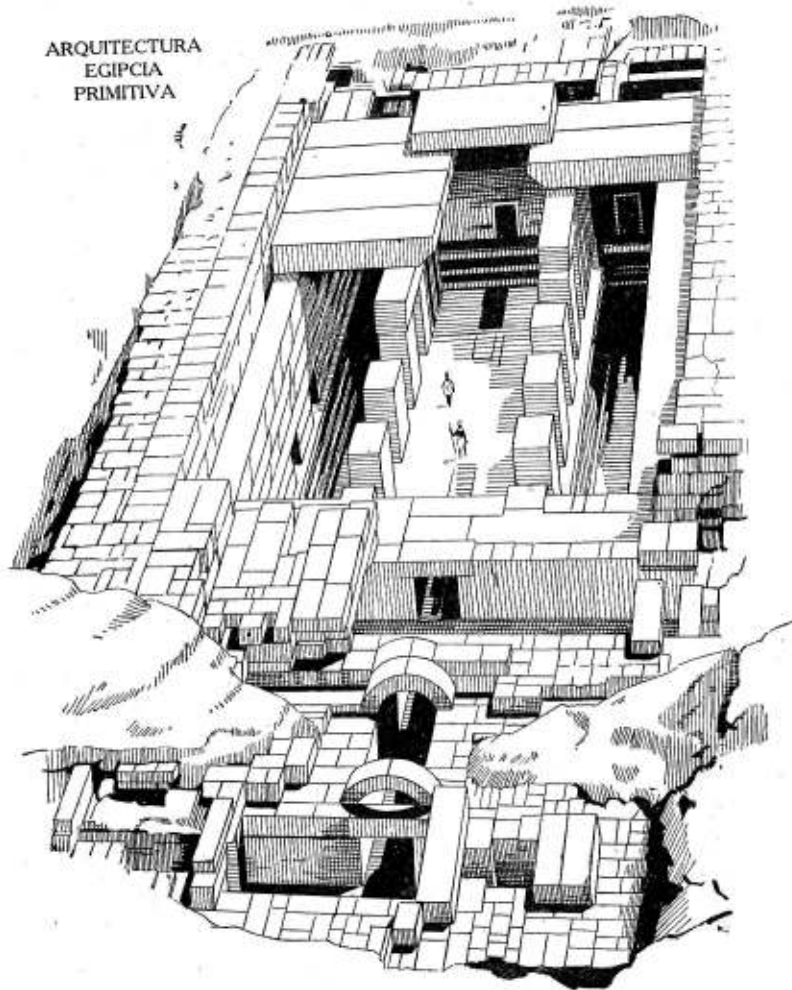
Procedimiento primitivo para transportar y elevar grandes bloques de piedra

El transporte de materiales. — Los grandes bloques, a veces de más de 50 toneladas, eran acarreados a distancias considerables, operación que debía hacerse a fuerza de brazos seguramente. La elevación de grandes piedras puede deducirse que se ejecutaba por medio de terraplenes y maniobras de basculación, como indica el grabado.

La edad de la piedra pulimentada fué seguida de la de los metales (oro, cobre, bronce, hierro). En esta edad continuaron construyéndose monumentos megalíticos, y aparecen instrumentos y armas de metal, que permiten perfeccionar todas las artes. La ornamentación de estas épocas generalmente se compone de figuras geométricas.

La construcción arquitectónica más antigua del mundo. — El edificio más antiguo que se conoce fué descubierto en 1817, en el alto Egipto, en Abydos. Sus colosales ruinas se cree que proceden de 8000 años antes de la Era cristiana; pueden considerarse correspondientes a la prehistoria egipcia, y bajo la ruda impresión de bárbara

ARQUITECTURA
EGIPCIA
PRIMITIVA



Excavaciones del templo de Abydos, la construcción arquitectónica más antigua que se conoce (8000 años antes de Jesucristo). Alguna parte del edificio pertenece a épocas más recientes

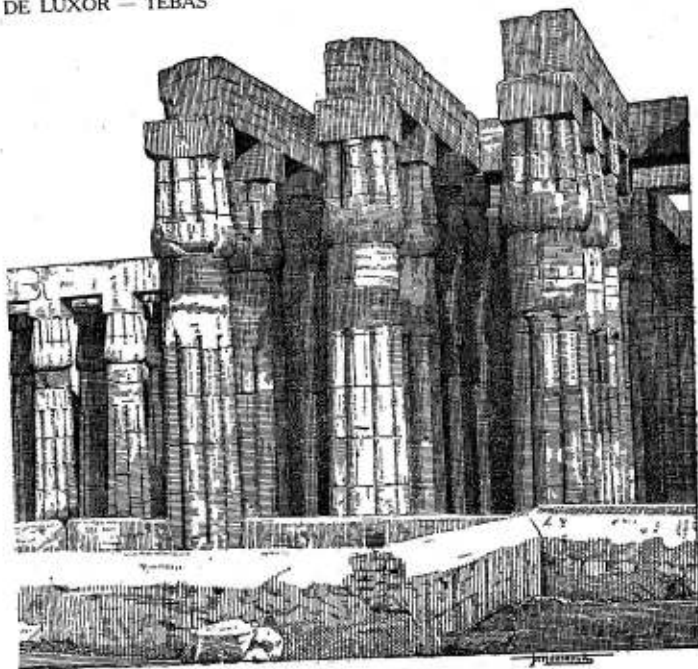
solidez que su aspecto evoca, la imaginación trata de remontarse a aquellos lejanos tiempos... Los constructores bárbaros trabajaban febrilmente en las canteras de los Montes Líbicos, por grupos de tribus, bajo la vigilancia de jefes que se distinguían de la chusma por la piel de leopardo que cubría sus hombros y una gruesa trenza de cabello que les llegaba a la espalda. A grandes golpes de maza, sobre cuñas de bronce, los obreros hacían saltar los pedazos de granito. (En los bloques del templo todavía son visibles



PATIO DEL TEMPLO

las huellas de las cuñas.) Después, toda una turba jadeante tirando de las cuerdas de unos toscos patines de madera arrastraba la inmensa mole de piedra, bajo el aire abrasador que soplaba del cercano desierto y los furiosos golpes de látigo de los capataces, durante muchos días, durante semanas, hasta llegar a la construcción. La técnica de que se valían aquellos arquitectos semisalvajes para elevar y colocar las pesadas masas de piedra, es desconocida. Esta arquitectura se distingue en que solamente parece perseguir una finalidad de equi-

DE LUXOR — TEBAS



librio y de solidez. En los grandes monolitos no destaca ningún ornamento, ni una línea curva; sólo aristas y ángulos, la materia bruta dominada por la voluntad y la fuerza; el aspecto es gigantesco, pero sin ninguna fantasía, sin el más leve refinamiento.

El templo de Abydos está formado (como indica el croquis-reconstrucción de la pág. 103), por grandes bloques rectangulares y gruesos muros, y cubierto por enormes losas de piedra, cuyas piezas llegan a pesar 40.000 kilogramos. Alguna parte de esta construcción fué añadida muy posteriormente.

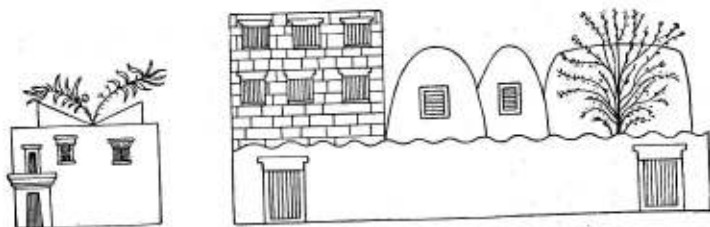
El arte y la arquitectura egipcios. — El Egipto alcanzó un grado muy avanzado de civilización, cuando los otros pueblos de Occidente estaban todavía en estado salvaje. La

historia egipcia es conocida desde el año 4000 antes de Jesucristo.

El arte egipcio se manifestó principalmente en monumentos funerarios y religiosos,



Esfige del Imperio de Tebas (Museo del Cairo)



Viviendas egipcias, según los bajorrelieves de un monumento egipcio

tumbas y templos, en los cuales se han conservado gran número de estatuas de todos tamaños, desde los colosos de piedra cuya altura alcanza 20 metros, hasta las preciosas figurillas de los sarcófagos. También se guardan numerosos bajorrelieves y pinturas que cubrían las paredes.

La Historia nos dice que reinaron en Egipto, desde el año 4000 antes de Jesucristo, 26 dinastías. Las primeras tuvieron su capital en Menfis, y éstas fueron las constructoras de las colosales pirámides que se encuentran cerca de El Cairo. Las *pirámides* son tumbas de faraones, monumentos enormes destinados a perpetuar su memoria. La Gran Pirámide mide 46 metros de altura. Las pirámides tienen una entrada seguida de un corredor que va a parar a la *cámara mortuoria*. Ésta se hallaba escondida, para evitar que fuese violada. Allí se depositaba el cadáver embalsamado del faraón. Además de las pirámides, las excavaciones han puesto al descubierto otros monumentos funerarios llamados *mastabas*, que son las tumbas de los señores ricos. En las mastabas se han hallado gran número de estatuas, verdaderos retratos del difunto, algunas de ellas muy bellas. Las paredes interiores de las mastabas suelen estar recubiertas de *bajorrelieves pintados*, que representan deliciosas escenas de la vida cotidiana. En estos relieves

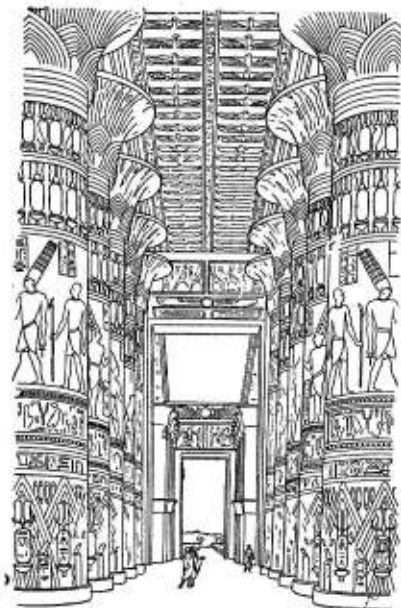
pintados es de observar que el rostro de las figuras aparece siempre de perfil, y, en cambio, el ojo y los hombros se presentan siempre de frente.

Cuando la capital se trasladó a Tebas, los monumentos más importantes fueron los templos. El de Carnac, en Tebas, cuyas ruinas se conservan, era un edificio enorme, una de cuyas salas contenía 134 columnas, algunas de ellas de una altura de 21 metros, es decir, tan altas como una de nuestras casas urbanas. Se llegaba a estos templos por una avenida abierta entre dos hileras de esfinges, estatuas colo-

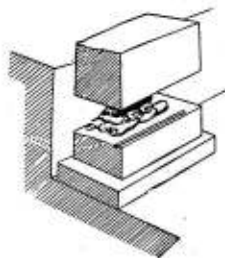
sales con cuerpo de león y cabeza humana. La avenida iba a parar a una puerta flanqueada por dos torres gigantes, altas y gruesas, llamadas *pilonos*. Las de Carnac tenían una altura de 44 metros, una anchura de 113 y un espesor de 15.

Frente a los pilonos se levantaban dos agujas de piedra, los *obeliscos*, de 20 y 30 metros cada uno.

Las columnas de los templos estaban pintadas, y los pilonos y obeliscos se hallaban cubiertos de inscripciones.



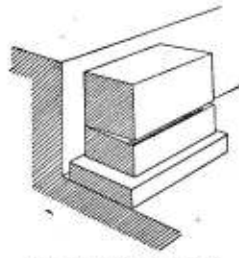
Reconstrucción esquemática de la nave de un templo egipcio (templo de Ammón)



Procedimiento para emplazar los grandes bloques de piedra por medio de sacos de arena

Los *capiteles* de las columnas representaban flores de loto o palmeras.

El Egipto tendió siempre a representar a sus reyes por estatuas de gran tamaño; pero durante las dinastías tebanas esta



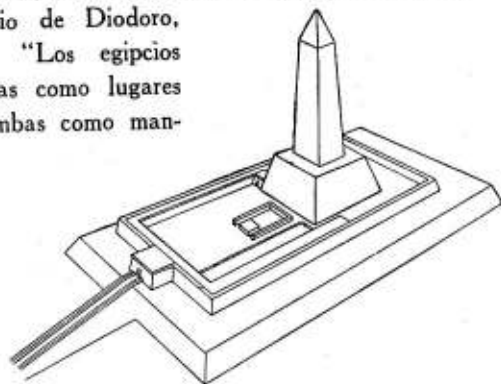
Solo un rodillo puesto a un lado sostiene el bloque. Lo restante de la mole queda en reposo

tendencia se acentuó. De aquella época son las colosales estatuas que se encuentran en los templos, alguna de las cuales alcanza una altura de 20 metros.

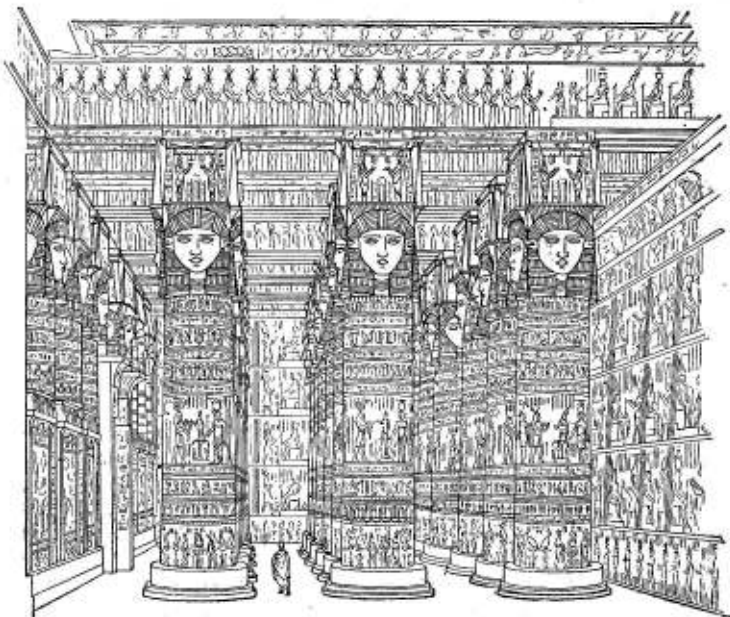
En resumen, puede decirse que el arte egipcio produjo principalmente obras destinadas a desafiar la acción de los siglos. Sus monumentos son pesados, excesivamente decorados y a veces sin gusto; pero *impresionan por sus enormes proporciones*. La importancia que los egipcios dieron a sus monumentos funerarios, comprueba el juicio de Diodoro, historiador griego: "Los egipcios consideran sus casas como lugares de paso, y sus tumbas como mansiones eternas."

La técnica, la habitación, la fortaleza.—

La arquitectura egipcia, que adaptó las gran-



Reconstrucción esquemática de un templo egipcio



Reconstrucción esquemática del interior del templo egipcio de Denderah

des masas de piedra, se valía de una mano de obra poco costosa, mediante el empleo de grandes multitudes obreras, proporcionadas por la organización social de aquellos tiempos, y a veces de los prisioneros de guerra. Al principio (durante la primera dinastía) los egipcios se valían de utensilios de *bronce*; pero cuando conocieron el *hierro*, adoptaron la sierra, el hacha, la azuela y una porción de herramientas que apenas han variado hasta nuestra época. El trabajo de los oficios está representado minuciosamente en los bajorrelieves de los monumentos.

El transporte de los monstruosos bloques de piedra que aquellas construcciones necesitaban se hacía mediante una especie de trineos o patines (pág. 112) que hombres y bestias arrastraban por caminos preparados de antemano. Para colocar en su sitio las colosales piedras (como, por ejemplo, algunas del templo de Carnac, cuyo peso excede de 40.000 kilogramos), uno de los procedimientos empleados consistía en poner varios sacos de arena debajo del bloque, y una vez la piedra quedaba asentada exactamente a plomo sobre su base, se agujereaban los sacos y se les dejaba vaciarse lentamente, hasta que el bloque, hundiéndose a su propio peso, quedaba tan sólo apoyado sobre un rodillo que permitía sacar después los restos de los sacos.

Luego se quitaba el rodillo, y el bloque quedaba asentado definitivamente (esquema pág. 109).

De la arquitectura egipcia quedan en pie solamente las ruinas de grandes templos y palacios; las *casas*, rurales o urbanas, se conocen por los dibujos y bajorrelieves, y sus características son, como en el Oriente actual,



Colosos egipcios



Patines de madera para el transporte de un coloso de piedra

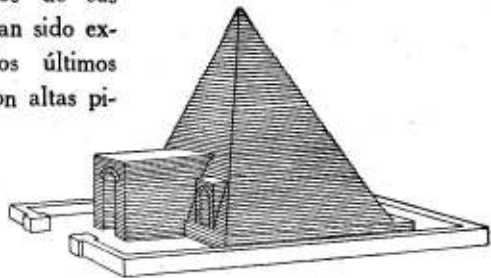
la escasez de aberturas exteriores y los jardines o patios en el interior (grabados de la pág. 107). En los palacios, el lujo de la ornamentación era grande, pero el *comfort* casi nulo. Los jardines, llenos de flores y árboles frutales, con arroyos y fuentes, debían ser extraordinariamente bellos.

Las fortificaciones se reducían a altas y gruesas murallas, construídas muchas veces con ladrillos sin cocer, que no eran a propósito para resistir ataques de máquinas de guerra ni trabajos de zapa.

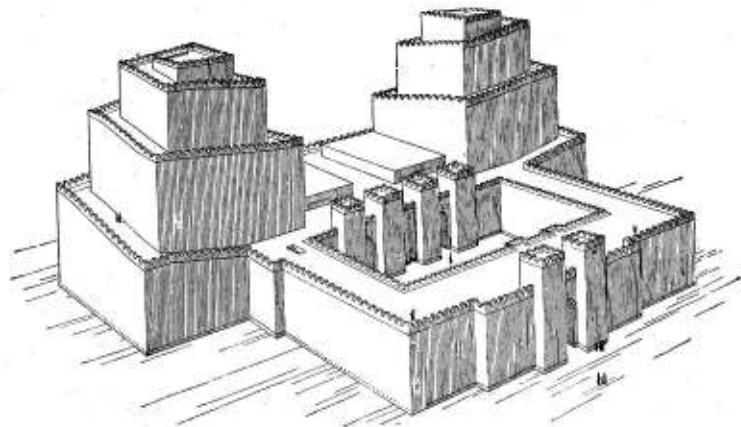
El arte caldeo, asirio y persa. — La gran llanura donde se juntan el Tigris y el Éufrates es la famosa *Caldea*. En esta llanura de aluvión no se encuentra piedra, de manera que el único material usado allí para las construcciones, es el ladrillo.

El arte del pueblo caldeo se manifiesta sobre todo en los inmensos palacios de sus reyes. Estas ruinas han sido exploradas durante los últimos años. Los templos son altas pirámides de varios pisos, parecidas al templo asirio de la página 113.

Los caldeos, faltos de materiales

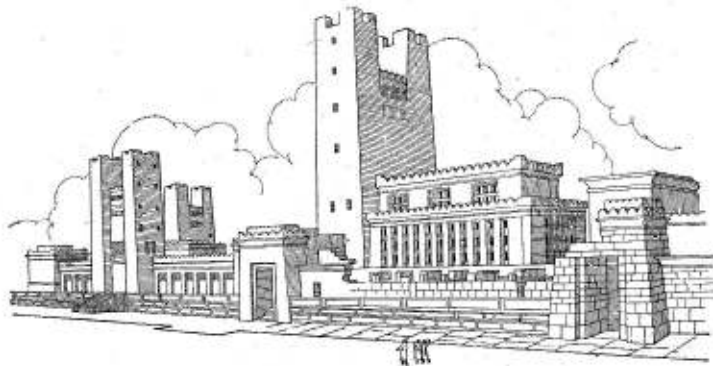


Reconstrucción de una tumba egipcia (Abydos)



Reconstrucción esquemática del doble templo de Asur (Asiria), excavado en 1908

duros, inventaron los *ladrillos vidriados* con que recubrían las paredes, y fueron los primeros que utilizaron la *bóveda*. También inventaron varios motivos ornamentales: águilas,



Reconstrucción esquemática de una parte del templo de Jerusalén

leones y flores estilizadas, y crearon el tipo de *toro alado* con cabeza humana.

La Asiria, país situado en el curso superior del Tigris y el Éufrates, estaba poblada por una raza robusta y cruel, que no vivía de la agricultura, sino del botín que producían sus continuas guerras. Su arte fué heredado del caldeo.

Los inmensos palacios asirios son del mismo tiempo que los caldeos. Están construídos sobre enormes terrados cuadrangulares, a los cuales se subía por escaleras o planos inclinados. Su recinto estaba cerrado por gruesos muros sin aberturas, y las salas abovedadas. El edificio asirio mejor conservado y estudiado, es el *palacio de Korsabad*.

En lo que más se distinguió el arte asirio fué en la representación de escenas de caza o de guerra, de animales heridos, y, por último, de los magníficos toros alados, evolución de

los toros caldeos.

Estos toros, con su expresión de fuerza serena y cruel, representan los personajes que guardaban la entrada de la residencia real. Los monstruos y escenas están esculpi-

Toros alados, esculpidos en piedra caliza procedentes de las ruinas del palacio de Korsabad



dos en bajorrelieves; en el país no se hallaban piedras de buena calidad para la escultura, pero sí excelentes para los bajorrelieves.

Con las campañas de Ciro, en el siglo VI antes de Jesucristo, el imperio persa se extendió desde el Mediterráneo hasta el Indo, y sus poderosos reyes crearon palacios y monumentos dignos de su grandeza. El arte persa no fué al principio muy original; se contentó con recoger los elementos que halló en los países conquistados. Copió los toros alados, las grandes salas suntuosas, y se distinguió por lo siguiente: sus *columnas* tienen el *fuste estriado*, la base en *forma de campana*, y son *más esbeltas* que las caldeas y asirias. Los *capiteles* están formados por *monstruos unicornios* que sostenían vigas de madera, material abundante en las montañas del país. En la sala del *palacio de Persépolis*, uno de los más importantes, había 100 columnas de esta clase.

Los *bajorrelieves* persas y los *ladrillos esmaltados* son notabilísimos. Conocidos y admirados son el *friso de los arqueros* y el *de los leones*, ambos de bellos colores.

Se hallaron hasta veintiséis pares de relieves semejantes, altos de cuatro o cinco metros



El arte griego. — El arte griego empieza con las obras llamadas *prehelénicas*, las cuales sólo son conocidas desde hace pocos años. Su estudio comenzó con los descubrimientos sensacionales de Schliemann (1), quien, además de explorar el emplazamiento de la antigua Troya, donde halló siete ciudades superpuestas, en 1870 emprendió excavaciones en Micenas y Tirinto, que dieron por resultado el hallazgo de sepulcros de antiguos reyes (quizá el del mismo Agamenón de la *Iliada*) y gran número de joyas e instrumentos que denotaban una refinada civilización. Más tarde, en 1900, otros arqueólogos descubrieron, en la isla de Creta, las ruinas de un palacio que se cree es el del

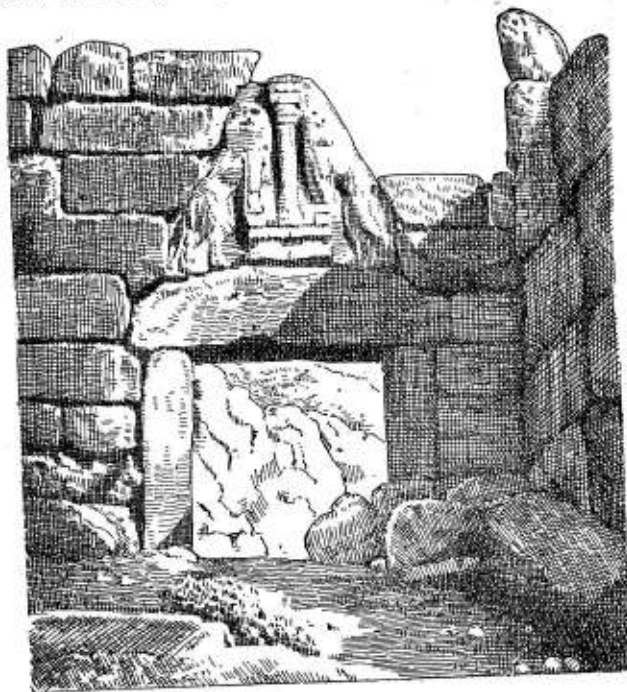
famoso rey Minos. La planta de este palacio señala un número tal de complicados corredores, que con fundamento puede suponerse que se trata del célebre e histórico *laberinto*. Estas excavaciones y otras que siguieron han demostrado que, anteriormente al año 1000 antes de Jesucristo, en el archipiélago griego floreció una civilización

(1) Schliemann, sabio alemán, desde joven había alimentado una noble pasión por los héroes de los poemas de Homero (la *Iliada* y la *Odisea*). Sus descubrimientos confirmaron la creencia de que los magníficos cantos épicos de la *Iliada* y la *Odisea* encierran una gran parte de verdad.



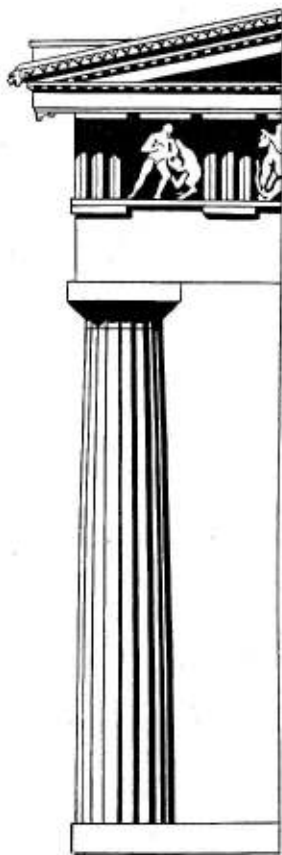
Apolo arcaico, cabeza masculina
(Tasos)

que adoptó distintos caracteres según las localidades, pero que nada tuvo que ver con el Egipto y la Caldea. El *arte prehelénico* se distinguió por la reproducción de animales, tan



Puerta de los leones, en Micenas

llenas de vida como aquellas debidas a los antiquísimos cazadores de renos. No quedan grandes estatuas de ese período; pero, en cambio, abundan las joyas, los relieves en alabastro, en marfil y bronce, algunos bellísimos, y la cerámica decorada con siluetas de plantas y animales.



Esquema del orden dórico

El arte griego arcaico. — Hacia el año 1000 antes de Jesucristo, Grecia fué invadida por los pueblos montañoses del Norte, de la Tracia, llamados *dorios*. Estos eran rudos e incultos; y fácilmente vencieron a los ya refinados pueblos de las ciudades griegas. La invasión hizo desaparecer de Grecia la civilización existente, continuándose, no obstante, en las islas y en la costa del Asia, donde se refugiaron los elementos cultos primitivos, hoy conocidos con el nombre de *jónios*.

Los dorios, instalados en el país, volvieron a empezar el proceso de una nueva cultura y un nuevo arte. Los comienzos de éste, llamado *arte arcaico*, pueden fijarse hacia el siglo VIII antes de Jesucristo, y se desenvuelve hasta dar lugar, en el siglo V, al *arte clásico*.

Así como los monumentos prehelénicos fueron principalmente palacios, los monumentos griegos del siglo VII al V fueron templos, de los cuales sólo quedan algunas ruinas (1).

El templo griego no era, como nuestras iglesias, un lugar destinado a contener muchedumbres religiosas, sino

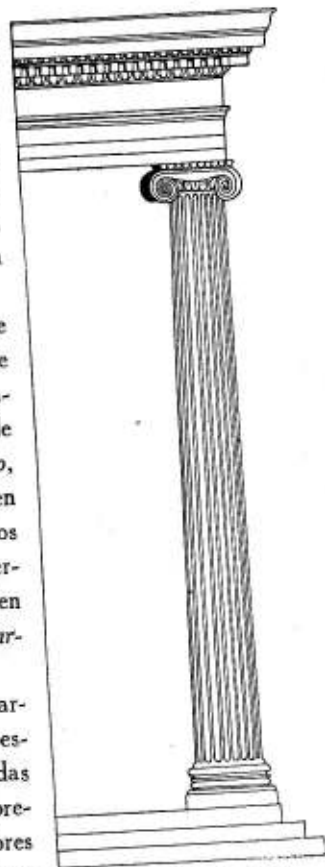
(1) El mejor conservado es el de Paestum (Italia).

un palacio principalmente dedicado a guardar la estatua del ídolo. Total o parcialmente, estaba rodeado de un pórtico de columnas, y la fachada terminaba en un frontón triangular, adornado con estatuas. En el interior, y en una suerte de camarín, se hallaba encerrada la estatua del dios.

Al principio los templos eran de *madera*; después se construyeron de *piedra*. Durante la época arcaica aparecen en ellos los dos órdenes de arquitectura llamados *dórico* y *jónico*, cuyas características pueden verse en los correspondientes grabados. Estos templos fueron evolucionando y perfeccionándose, hasta la creación, en la época clásica, del maravilloso *Partenón* de Atenas.

Las primeras estatuas griegas arcaicas revelan la influencia de las esculturas egipcias; por eso son rígidas y sus semblantes carecen de expresión. Los escultores griegos, más libres que los egipcios, fueron poco a poco prestando movimiento a sus figuras y empezaron a dar expresión a los semblantes, haciéndolos sonreír (como el Apolo del grabado de la pág. 116) con la que se llama la *sonrisa arcaica*.

Dos creaciones de esta época, que se han transmitido a



Esquema del orden jónico



Capitel corintio

El arte griego clásico. — El arte griego clásico, el que fué y seguirá siendo el más puro modelo de eterna belleza, se desenvolvió durante el siglo V antes de Jesucristo.

Los tres grandes escultores de esta época, fueron: Miron, Policleteo y el gran Fidias. Con el ateniense Miron las estatuas arcaicas cobran vida y movimiento.

Policleteo elevó a la perfección el tipo de joven atleta. Su famosa estatua, llamada el *Doríforo*, se cree que fué considerada como el prototipo de las proporciones que debía tener el cuerpo humano, es decir, el *canon* escultórico.

Fidias fué el escultor por excelencia, y muchos le consideran como el más grande artista que ha producido la Humanidad.

El genio de Fidias halló ocasión de ma-

través de la Historia, son: la del tipo del *pastor* con una res cargada sobre sus espaldas, y la representación de la *Victoria*, por medio de una mujer alada vestida con amplio ropaje.

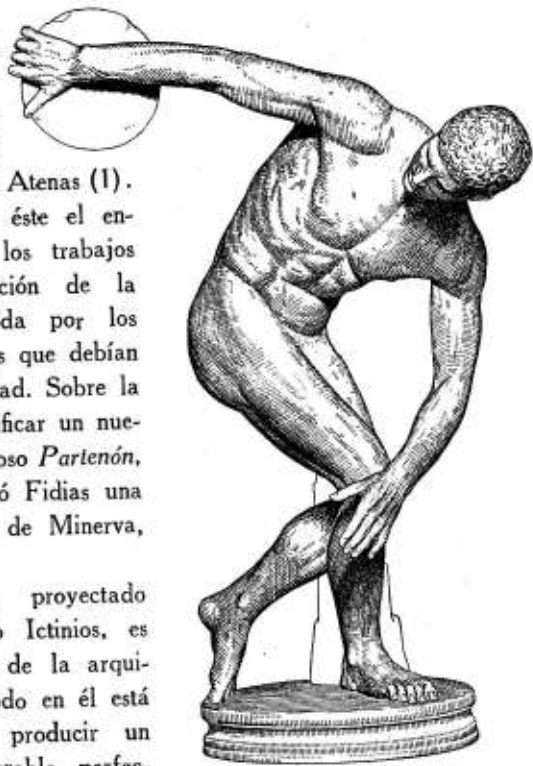
Los tipos escultóricos preferidos fueron: el de un *joven atleta* en la plenitud de la belleza y del vigor físico, y el de la *joven doncella* vestida.



Cabeza de uno de los caballos de Selene (Partenón)

nifestarse, gracias a la situación especial en que le colocó Pericles, el famoso estadista de Atenas (1). Fidias recibió de éste el encargo de dirigir los trabajos de la reconstrucción de la Acrópolis, destruída por los persas, y las obras que debían embellecer la ciudad. Sobre la Acrópolis hizo edificar un nuevo templo, el famoso *Partenón*, y para él esculpió Fidias una magnífica estatua de Minerva, en marfil y oro.

El *Partenón*, proyectado por el arquitecto Ictinios, es la obra maestra de la arquitectura griega: todo en él está calculado para producir un efecto de insuperable perfección. Las líneas que parecen rectas están ligeramente curvadas, para corregir las desvia-



El Discóbolo de Miron

(1) Después de las victorias obtenidas por los griegos luchando contra los persas. Pericles era un hombre superior, apasionado por la belleza, y que al mismo tiempo inspiraba respeto por la austeridad de su vida privada y por la manera como sacrificaba su persona en bien del interés público. Con los tesoros que reportó la victoria, se propuso embellecer a Atenas, y al efecto reunió los arquitectos, escultores y artistas más eminentes de toda Grecia, y los puso a las órdenes del genial Fidias.

ciones que produce la perspectiva. Una de las cosas más admirables del Partenón es la armonía de sus proporciones, equilibradas con tan refinado acierto, que el conjunto resulta elegante sin perder nada de la fuerza. Además, las piedras y todas las demás piezas están trabajadas con la misma pulcritud que se emplea en un delicado objeto de orfebrería.

Los frontones del Partenón estaban decorados por grupos escultóricos. Los que han llegado a nosotros en mejor estado (1) son los relieves del friso, que representaban la procesión de *las Panateneas* o fiesta de la diosa Minerva. Allí aparecen las muchachas de las más ilustres familias, yendo a ofrecer a la diosa un nuevo velo tejido para ella. También figuran soldados, matronas y sacrificadores, formando un imponente cortejo.

Además del Partenón, ordenó Pericles la construcción de gran número de templos, teatros y otros monumentos. Son famosos el templo del *Erecteo*, con sus cariátides que hacen las veces de columnas, y otros.

Además de los escultores citados, descollaron otros muchos, algunos de ellos de la escuela de Fidias, que produjeron obras hermosísimas.



Alejandro Magno (Museo de Munich)

(1) El Partenón fué transformado durante la Edad Media, en templo cristiano, y más tarde en polvorín. Este hizo explosión en el año 1691, cuando los venecianos pusieron sitio a Atenas. Las estatuas mutiladas fueron más tarde trasladadas al Museo Británico, de Londres.



Reconstrucción esquemática del templo griego de Teseo

En el siglo IV antes de Jesucristo tres grandes escultores legaron obras inmortales a la Humanidad, creando tipos algo distintos de los del siglo de Pericles. Estos artistas fueron: Praxiteles, Escopas y Lisipo.

Praxiteles fué el que creó, en medio de aquella refinadísima sociedad del siglo IV, en Atenas, sus famosas *Venus* (*la Venus de Gnido*). Son también notables su estatua de *Hermes* y el *Sátiro*. Las fisonomías de las estatuas de Praxiteles expresan un espíritu suave y concentrado, que constituye su mayor encanto. La conocida *Venus de Milo*, de la cual sólo se posee una copia en el Louvre, no es de Praxiteles, pero es una obra creada bajo su influencia. La copia no tiene brazos; se cree que uno de ellos sostenía el manto y el otro una manzana en la mano. El no menos famoso *Apolo del Belvedere*, del Vaticano, es también copia de una obra de un discípulo de Praxi-



Del friso de las Panateneas (Partenón)

teles. En el original no existía el manto; el dios blandía el arco, en actitud magnífica.

Escopas introduce en sus esculturas la expresión del dolor humano; las fisonomías de sus estatuas ya han perdido la olímpica serenidad de los dioses de Fidias.

El célebre grupo de *Niobe y sus hijos*, cuyas copias se conservan, es de la escuela de Escopas. El dolor de la madre que ve perecer a sus hijos, está expresado con sencillez y nobleza. También es de esta escuela la famosa estatua de la *Victoria de Samotracia*.

El arte de esa época supo expresar de una manera tan íntima y discreta el dolor moral, que jamás ha sido superado en este

aspecto. Las obras en que principalmente se manifiesta son las llamadas *estelas funerarias*, una de las manifestaciones más puras del arte ático del siglo IV. Entre las más famosas figura la representada en la página 128. En ella aparece una dama griega con su criada. La dama, que es la imagen de la difunta cuya memoria perpetúa la estela, saca tranquilamente sus joyas de un cofrecito, con un gesto de suave tristeza, como si se despidiese de ellas.

Lisipo fué el escultor de Alejandro Magno. Las cabezas y bustos del gran conquistador que se conservan, dan idea del estilo de Lisipo. Sus atletas son ya delgados y nerviosos, de una deliciosa elegancia.

La arquitectura hizo durante esta época una nueva adquisición. Nos referimos a la invención del capitel *corintio*, que da nombre a un tercer estilo de arquitectura griega. El capitel corintio se caracteriza por sus tres filas de *hojas de canto*. Este capitel fué creado en las colonias griegas de la costa de Asia.

La pintura tuvo también gran importancia en Grecia, y los antiguos hablan con admiración de los frescos de Polignoto y Apeles. Desgraciadamente, ninguna de sus obras ha llegado hasta nosotros.

Una ligera idea de lo que debía ser la pintura, nos la da la decoración de los *vasos*.

En el período *prehelénico*, esta



Cabeza de Minerva, de Dresde, atribuida a Fidias

decoración consistía en *plantas y animales*. En la época *arcaica* no se usaba casi más que una decoración *geométrica*. Hacia el año 750 los vasos son de color *amarillo*, y sobre este fondo aparecen *figuras negras*, representando batallas, cortejos funerarios, etc. Hacia el año 600 las figuras continúan siendo negras, pero el fondo es *rojo*. Por último, en el año 500 antes de Jesucristo, aproximadamente, empiezan a pintarse *figuras rojas* sobre fondo *negro*. Los vasos decorados de esta suerte van muchas veces firmados, y entre ellos se encuentran obras de gran valor artístico.

Aunque estos vasos, que Atenas y otras ciudades exportaban en gran cantidad, eran productos de una industria, entre ellos no se dan dos iguales. Los artífices griegos tenían horror a la copia y añadían algo personal a cada obra que salía de sus manos.

El arte griego después de Alejandro.—A consecuencia de las conquistas de Ale-

jandro, Atenas dejó de ser el centro del arte griego, y en cambio ciudades como Alejandría, Antioquía, Pérgamo y otras, se convirtieron en intensos focos de actividad artística.

El arte de esta época, hasta la conquista romana (146 antes de Jesucristo), se conoce con el nombre de arte *helenístico*, y aunque produce obras de gran valor, en conjunto da más bien la impresión de un arte *decadente*, alejado de su vigor y pureza primeros. La escultura pierde la divina serenidad que alcanzó durante el siglo V; tiende a dejar de representar dioses, eligiendo más bien personajes conocidos, que reproduce en forma de *retratos*. Es así como han llegado hasta nosotros las figuras de Sófocles, de Demóstenes, de Esopo y de algunos generales y reyes. También se complacen los escultores en representar escenas anecdóticas de la vida doméstica o escenas violentas de agudo dolor, como no se atrevieron a hacerlo los artistas de la época clásica. Son ejemplos de este género El



Venus de Milo (Museo del Louvre)



Niobe (Museo de Florencia)

galo moribundo y el célebre grupo *Laocoonte*. Este personaje ve perecer a sus dos hijos, estrujados por unas serpientes, y él mismo sucumbe con un gesto de supremo dolor.

En Pérgamo, con motivo de la derrota de los galos (240 antes de Jesucristo), se quiso resucitar el gran estilo, representando un friso del templo de Júpiter, de una longitud de 100 metros, que hoy se halla en el Museo de Berlín, la lucha entre los dioses y los gigantes. Las figuras tienen dos metros de altura, y el conjunto es imponente, pero apatece excesivamente hinchado y violento.



Estela funeraria griega

Las artes menores, en cambio, alcanzaron una delicadeza extraordinaria. Famosas son las figurillas de barro cocido llamadas *tanagras*, porque las mejores se fabricaban en Tanagra, población del Ática. Muchas de ellas reproducen los estilos de los grandes maestros (en especial el de Praxiteles) y causan una deliciosa impresión (1).

(1) Reproducciones de esas tanagras se venden hoy en las tiendas de objetos de arte.

En estas artes menores se produjeron obras maestras. El camafeo trabajado en Egipto y que se halla en el Mu-



Grupo de Laocoonte
(Museo del Vaticano)

seo de Viena representando al rey Tolomeo II y a su esposa, es considerado como una de las mayores maravillas artísticas.

Este camafeo está compuesto de varios estratos o capas

superpuestas de piedras blancas y oscuras, en las cuales las figuras están labradas con portentosa delicadeza.

Dignas de citarse son también las monedas, algunas de las cuales llevan grabadas bellísimas e idealizadas cabezas.



Vasos griegos hallados en Ampurias

El arte etrusco. — Los etruscos eran un pueblo formado por emigrantes venidos de Lidia (Asia), que se habían establecido en la Italia central (Toscana) hacia el siglo IX antes de Jesucristo.

De este pueblo quedan monumentos, tumbas, sarcófagos, vasos, joyas, etc., que demuestran una adelantada civilización; pero todas estas obras revelan un origen griego, aunque algo influido por la primitiva rudeza italiana. No obstante, un elemento introdujeron los etruscos que no se utilizó durante la época clásica griega: la *bóveda*.

La bóveda se conocía y usaba, como sabemos, en Caldea y Asiria, y seguramente de allí la aprendieron los futuros emigrantes de Lidia. Los etruscos la emplearon en algunas obras, y de ellos la heredaron más tarde los romanos.

El arte romano. — El arte romano en sus comienzos vino a ser casi una imitación del arte etrusco y del arte griego, el cual penetraba en Italia por medio de las colonias griegas, y más tarde de las alejandrinas establecidas en Sicilia.

En los grandes monumentos fué donde Roma dejó mejor impreso el sello de su carácter. La arquitectura romana tomó elementos, como las columnas, de Grecia, y la bóveda de los etruscos; pero supo combinarlos en magníficas obras, grandiosas y sólidas, que desafían el tiempo.

Los templos y teatros romanos se parecen mucho a los griegos. Los tipos de monumentos creados por los romanos fueron los *arcos triunfales*, de los que todavía muchos se conservan en pie, y los *coliseos* o circos inmensos para las fiestas, parecidos a nuestras plazas de toros. El Coliseo de Roma era tan grande, que tenía cabida para 40.000 espectadores.

Los arcos triunfales son el resultado de la evolución de las puertas que se abrían en las murallas de las ciudades griegas. Los romanos los utilizaron como monumentos conmemorativos, y a veces los erigían en el mismo lugar del acontecimiento histórico. Los más famosos de esos arcos triunfales son *el de Tito*, que conmemora la toma de Jerusalén, y *el de Trajano*.

El uso de la cubierta abovedada permitió a los romanos obtener *cúpulas* magníficas, como la del *Panteón*, y bóvedas enormes, como las de la *basílica de Constantino*, que tienen 25 metros de ancho por 35 de alto.

La arquitectura romana se distinguía por un cálculo minucioso de adaptación del edificio al uso que se le destinaba. El *circo romano* procedía del *estadio griego*, pero se diferen-

ciaba de éste por sus muchos perfeccionamientos. El *Circo Máximo*, de Roma, medía 635 metros de longitud por 110 de anchura, y podía contener 150.000 espectadores. El público circulaba por el edificio mediante un ingenioso y cómodo sistema de pasadizos y escaleras inmejorables.

El Coliseo de Roma poseía numerosas dependencias: almacenes, jaulas para la instalación de fieras, subterráneos, al-



Arco de Trajano (Benevento)

cantarillas y tubos de conducción, que permitían transformar la *arena* en un lago y vaciarlo rápidamente después de los juegos náuticos. Todas estas construcciones tenían proporciones colosales y una perfecta unidad.

Las *termas* o casas de baño (cuyo tipo se conserva en las llamadas de Caracalla) son un modelo de instalación. Un baño romano se componía de una exudación, un baño en agua caliente, una reacción en agua fría, un masaje, y varias unturas de aceites perfumados. Los edificios estaban admirablemente dispuestos y además contenían vestuarios, tocadores y salas de reunión, de conferencias y bibliotecas.

Italia después del saqueo de las regiones griegas conquistadas, se llenó de estatuas helénicas, mas no por eso dejó de crear una estatua impregnada del fuerte sentido realista romano. Este realismo produjo una serie de magníficos *retratos*, que conservan el parecido y la individualidad.

Famoso es el retrato del *emperador Augusto* cuando niño. El carácter serio y reflexivo del futuro señor del mundo, está allí admirablemente expresado. Es también digna de citarse la



Braserio de Pompeya
Museo de Nápoles)

estatua de *Antínoo*, favorito de Adriano, obra refinada, a imitación del arte griego.

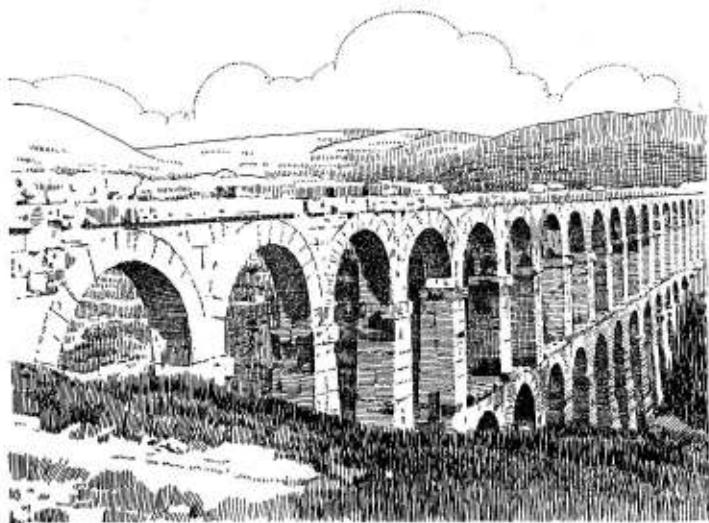
En los *relieves* han dejado los romanos obras maestras. Merece citarse el de la *Columna Trajana*, en Roma, donde se desenvuelven en un relieve continuo, magníficamente ejecutado en espiral, todas las campañas del famoso emperador nacido en España.

La *pintura* romana, sobre todo la descubierta en los frescos de Pompeya, sorprende por su aire moderno; algunas de sus obras parecen pintadas por los *impresionistas* contemporáneos nuestros.

Convertida Roma en capital del mundo, acudieron a ella gran número de artistas de todas partes: decoradores, plateros, grabadores, bronceístas, etc. Con la riqueza, fruto de las conquistas y de la paz de Augusto, aumentó el lujo; las clases pudientes convertían sus casas en verdaderos museos. En Pompeya, ciudad que como es sabido fué enterrada por una erupción del Vesubio, en el año 79 de nuestra Era, se han encontrado muebles, bronce y objetos varios que demuestran el arte refinado de los artistas romanos durante el Imperio.

En España los romanos han dejado muchas obras, recuerdo de su larga dominación. Nos quedan murallas, calzadas, acueductos, puentes, teatros, circos, casas, tumbas y arcos triunfales. En Mérida y Sagunto quedan ruinas de *teatros*; en Itálica, un *anfiteatro*, que era un lugar de recreo destinado a representaciones teatrales; en Tarragona, Toledo y Sagunto, *órcos*. Éstos servían para las luchas de fieras, de hombres con fieras y también de hombres entre sí, como en las que sostenían los gladiadores. En Segovia

y Tarragona, *acueductos*, que eran obras importantísimas destinadas a la conducción de agua a las ciudades. En Tarragona se halla la célebre *tumba de Cornelio*, llamada



Acueducto romano llamado «Puente del Diablo», en Tarragona

equivocadamente “la tumba de los Scipiones”, y cerca de ella el *Arco de Bará* que es un monumento dedicado a un general romano.

En Mérida se hallan restos de la famosa *naumaquia*, que consistía en un circo cuya pista se llenaba de agua, celebrándose en ella regatas y batallas navales simuladas.

También existen en España restos de *murallas romanas* en las provincias de Tarragona, León y Lugo.

Los romanos, muy aficionados a los baños, construían grandes edificios llamados *termas*, de los cuales quedan en España escasos restos. En cambio se conservan muchas estatuas, mosaicos y monedas.



Augusto niño
(Mármol, Vaticano)

El fondo del mar

El estudio del mundo submarino. — La contemplación del mar nos sugiere la idea de la existencia de grandes y profundas simas. Bajo esta impresión, sin duda, nuestros antepasados hablaban en forma literaria de *abismos sin fondo*, y también quizá porque sus defectuosos medios de investigación no les permitían conocer los límites de las grandes profundidades



Un buzo se dispone a herir a un gigantesco pulpo, previniéndose contra el ataque

marinas (1). Los hombres de todos los tiempos pudieron ver con sus ojos las más altas cimas de las montañas, en un día claro; pero en el mar el misterio comenzaba a los pocos metros de profundidad. El trabajo incesante de muchos hombres de ciencia y no en último término las expediciones y cruceros emprendidos bajo los auspicios de S. A. el príncipe de Mónaco, han reunido preciosos datos y maravillosos descubrimientos sobre la estructura de los fondos submarinos y los seres que los pueblan.

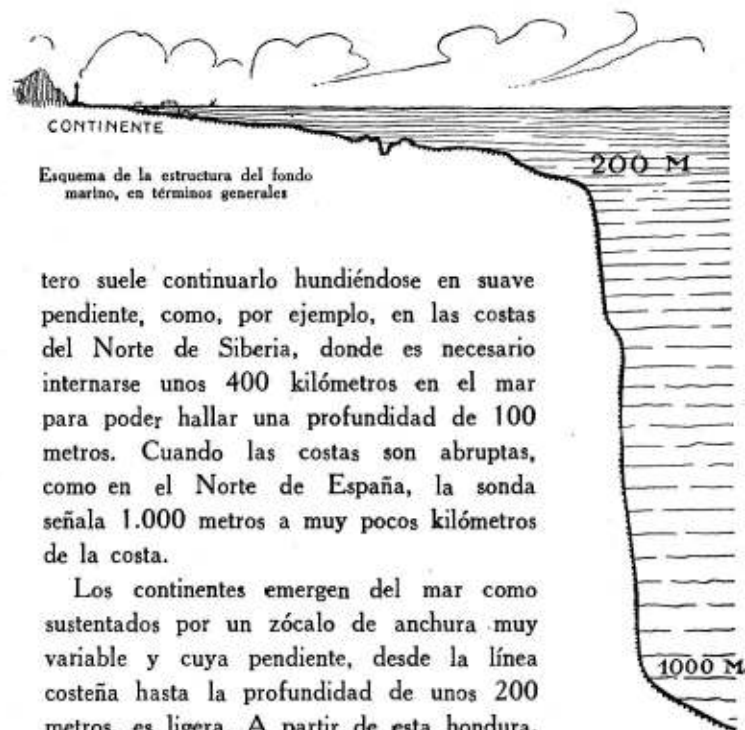
La Humanidad tendrá todavía muchísimos siglos de trabajo para explorar la enorme masa de agua que cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre.

El fondo del mar. — La extensión del océano está limitada por las costas de continentes e islas y por las tierras sumergidas que constituyen el fondo marino. Ni unas ni otras permanecen inmóviles, aunque sus variaciones sean tan lentas, generalmente que se necesite el trabajo de muchos siglos para producir un cambio apreciable.

Las causas que contribuyen a variar la estructura de costas y fondos, son muy complejas y abarcan todas las fuerzas físicas: vientos, lluvias, etc.; los ríos que arrastran materiales al mar, la acción del oleaje, de las mareas, las erupciones volcánicas, etc., etc.

El fondo submarino cercano a la costa tiene, con respecto a su estructura, una relación muy estrecha con las características terrestres; si el litoral es llano, el fondo cos-

(1) Los sondeos efectuados con cuerdas, en tiempos pasados, no llegaban más que a profundidades muy limitadas.



Esquema de la estructura del fondo marino, en términos generales

tero suele continuarlo hundiéndose en suave pendiente, como, por ejemplo, en las costas del Norte de Siberia, donde es necesario internarse unos 400 kilómetros en el mar para poder hallar una profundidad de 100 metros. Cuando las costas son abruptas, como en el Norte de España, la sonda señala 1.000 metros a muy pocos kilómetros de la costa.

Los continentes emergen del mar como sustentados por un zócalo de anchura muy variable y cuya pendiente, desde la línea costera hasta la profundidad de unos 200 metros, es ligera. A partir de esta hondura, el terreno submarino desciende bruscamente, casi a pico, hasta un millar de metros más abajo, y luego, en pendientes muy suaves, alcanza el fondo los grandes abismos... Cerca de la costa se desarrollan, como en tierra, toda la variedad posible de accidentes naturales.

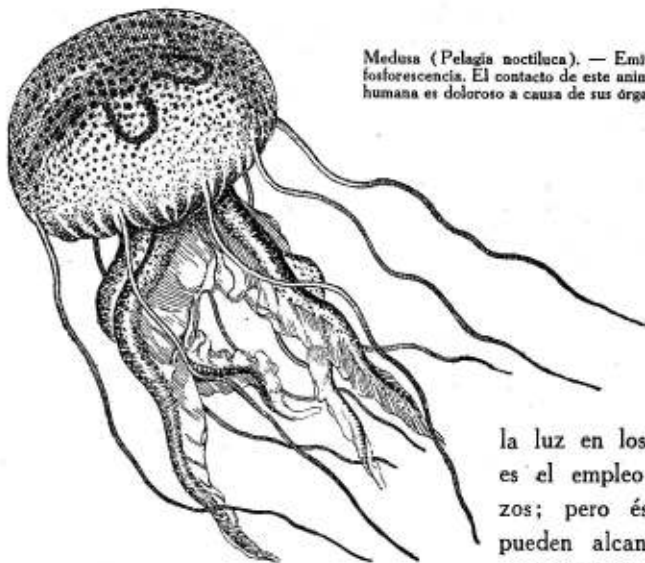
En la primera zona, que se extiende desde las costas hasta la profundidad de 200 metros, las aguas están en parte iluminadas por la luz solar y agitadas por el oleaje y las mareas;

el fondo, poblado de plantas y cubierto de rocas y arena, ofrece refugio a una abundante variedad de seres vivos. Todos los animales marinos comestibles son pescados en esta zona. La temperatura de sus aguas participa mucho de la oscilación atmosférica.

Los grandes abismos. — La máxima profundidad marina descubierta hasta la fecha se encuentra cerca de las islas Filipinas, en el Océano Pacífico; parece que allí existen grandes grietas en la corteza terrestre. Éstas son relativamente estrechas y muy profundas; los últimos sondeos alcanzaron 10.105 metros, el fondo máximo hasta ahora conocido. En el Atlántico, el fondo forma como dos anchos y profundos valles, uno paralelo a Europa y África, y el otro a América; entre los dos se eleva como una cordillera de montañas. En estos dos valles se encuentran abismos de 8.500 metros, en la región ecuatorial (Puerto Rico), y de 7.370 entre las Canarias y las Azores. En el Mediterráneo el máximo sondeo ha sido de 4.440 metros.

La luz del sol y los fondos submarinos. — La luz del sol, por muchas y complicadas causas, disminuye rápidamente de intensidad al penetrar en la masa líquida. Los rayos luminosos, al hundirse en el agua, se descomponen como en un prisma. Las capas de agua obran también como una serie de filtros que van deteniendo las diversas radiaciones luminosas; y a partir de los 100 metros de profundidad submarina, para unos ojos humanos la obscuridad es absoluta.

El único medio que poseemos para estudiar directamente



Medusa (*Pelagia noctiluca*). — Emite una suave fosforescencia. El contacto de este animal con la piel humana es doloroso a causa de sus órganos irritantes

la luz en los fondos, es el empleo de buzos; pero éstos sólo pueden alcanzar una profundidad de 40

metros. El profesor H. Fol, que ha llevado a cabo minuciosos experimentos, en Niza, refiere que en una inmersión personal, a mediodía, con el agua muy limpia y transparente, la luz disminuía de pronto a la profundidad de diez metros, y que a los 30 ya no podía distinguir los crustáceos de regular tamaño, a sus mismos pies.

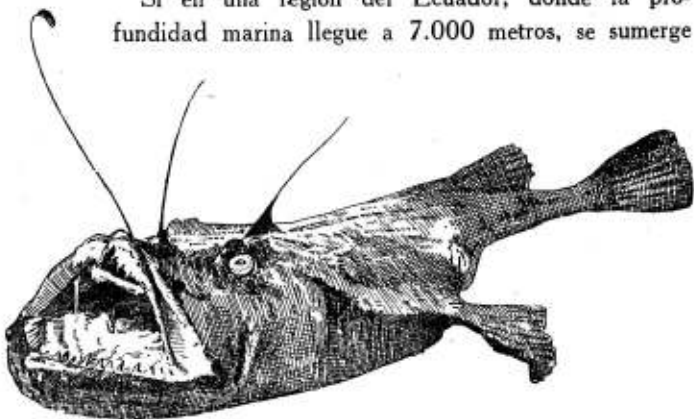
El tiempo de duración de la luz solar en los fondos, cerca de la superficie, es más corto que en nuestra atmósfera, pues cuando el sol está bajo o en el horizonte sus rayos llegan oblicuamente a la superficie del agua y en vez de penetrar en ella son reflejados como en un espejo.

Determinadas radiaciones de la luz (como los rayos *ultra-violeta* del espectro solar) llegan a grandes profundida-

des (1), en las cuales ha sido posible impresionar placas fotográficas. Se puede aceptar la hipótesis de que los seres de los grandes fondos *utilizan* para la visión esas radiaciones luminosas extensas.

La temperatura del mar en la superficie y en los fondos. — En la zona tropical, golfo de México, golfo Pérsico, Mar Rojo, etc., alcanza en algunos puntos el máximo de 34 ó 35 grados; luego va disminuyendo, hasta llegar a su mínimo en las zonas polares. Las corrientes y otras causas muy complicadas, hacen también variar las temperaturas del agua marina, tanto como la latitud.

Si en una región del Ecuador, donde la profundidad marina llegue a 7.000 metros, se sumerge



El esfrena común es un pez de los más feos; tiene infinidad de nombres vulgares, entre ellos el de «Diablo de mar»

un termómetro, se observa que a partir de la superficie, donde señala 32 grados, desciende primero rápidamente, y luego con

(1) A mil metros.

más lentitud, hasta llegar a cero. En los mares polares, la superficie y los fondos están igualmente bajo cero. Puede decirse, pues, que todos los mares profundos tienen una temperatura fría, y que las aguas templadas y calientes ocupan un espacio reducido en las superficies.

Las corrientes y los mares de sargazos. — La temperatura marina se modifica por las corrientes oceánicas, que a semejanza de grandiosos ríos cuyo cauce es bien conocido, recorren el mar. Estas corrientes son frías o cálidas (1) y tienen influencia sobre el clima de los continentes. La más interesante es el *Gulf Stream*, que partiendo de la región ecuatorial de América, a una temperatura de 32 grados, lleva un volumen de 33.000.000 de metros cúbicos por segundo, a una velocidad de 10 kilómetros por hora; atraviesa el Atlántico, disminuyendo de temperatura progresivamente, y viene a parar en las costas occidentales del Norte de Europa, donde engendra otras corrientes más pequeñas dirigidas hacia Groenlandia, Noruega, etc., etc. El total de su curso es de unos 28.000 kilómetros.

En el centro de los inmensos círculos que forman esas corrientes en pleno océano quedan espacios marinos relativamente tranquilos, donde van a parar multitud de despojos flotantes. Allí, a favor de la quietud, en la superficie de las aguas crece una vegetación exuberante. Estos dilatados y tranquilos espacios desiertos, se llaman mares de *sargazos*, por el sargazo (*fucus natans*) la hierba marina que

(1) La diferencia de temperatura impide que se mezclen con la masa líquida que atraviesan.

con más abundancia se encuentra flotando en ellos. Hay mares de sargazos en el Atlántico, en el Pacífico y en el océano Índico.

El color y la fosforescencia del mar. — El color predominante en la masa coral de las aguas marinas, es el azul más o menos intenso, y sus matices son debidos a las variaciones del celaje que



Estrella de mar nadando y devorando un molusco

refleja en ellas sus cambiantes aspectos. Así, en ciertas ocasiones, un nublado tempestuoso convierte el mar en un inmenso charco que parece de plomo derretido...

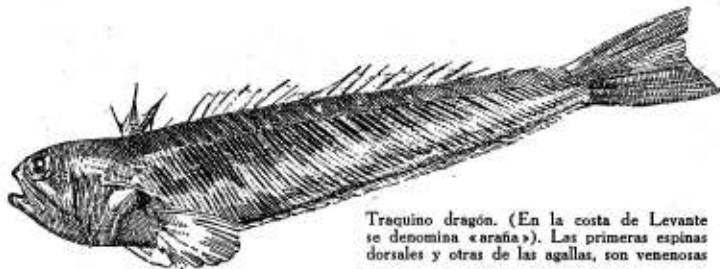
El color del fondo, combinado por transparencia con el del agua, modifica también con maravillosos matices la masa general. En las costas del Mediterráneo, hacia las zonas rocosas, pueden admirarse efectos submarinos que hacen las delicias de los pintores. El naturalista Tuckey explica que en Loango (Africa) vió el mar de color de sangre, a causa de la tonalidad del fondo, y en las islas de coral del Pacífico las aguas ofre-

cen matices amarillos y anaranjados muy brillantes. La influencia del color del fondo se nota hasta en parajes de mucha profundidad.

Las *materias en suspensión* en el agua modifican también el tono general. La abundancia de *sales* se manifiesta por un vivo azul turquesa.

La *fosforescencia* de la masa de agua es debida a multitud de *infusorios*. Este fenómeno es muy frecuente en la zona tórrida.

Las algas. — Estos vegetales acuáticos están formados únicamente por células muy rudimentarias, y carecen de los tejidos complicados de las plantas terrestres. Existen algas de tantas formas y variedades, que su multiplicidad podría compararse a la de los vegetales terrestres; unas son microscópicas y otras alcanzan una longitud de centenares de metros.



Traquino dragón. (En la costa de Levante se denomina «araña»). Las primeras espinas dorsales y otras de las agallas, son venenosas

Algunas especies del litoral viven sumergidas o en las arenas húmedas que deja descubiertas la marea *Laminarias*. Las algas disminuyen a medida que aumenta la profundidad del fondo submarino.

Existen muchas especies de algas *pelágicas* (1) que flotan a diversa profundidad, casi siempre cerca de la superficie, buscando la luz, y forman como inmensas praderas flotantes.

El *aprovechamiento industrial* de las algas marinas reviste gran interés; de ellas se obtienen grandes cantidades de *yodo*.

El fango submarino. — El fondo del mar (salvo en la primera zona que va desde la costa hasta 200 metros de profundidad y que suele llamarse *meseta continental*), está en su totalidad cubierto de fango. ¿De dónde proviene este fango, compuesto de un polvo muy fino, casi impalpable? A su formación contribuyen causas muy complejas: el acarreo constante de los ríos, que arrastran toda

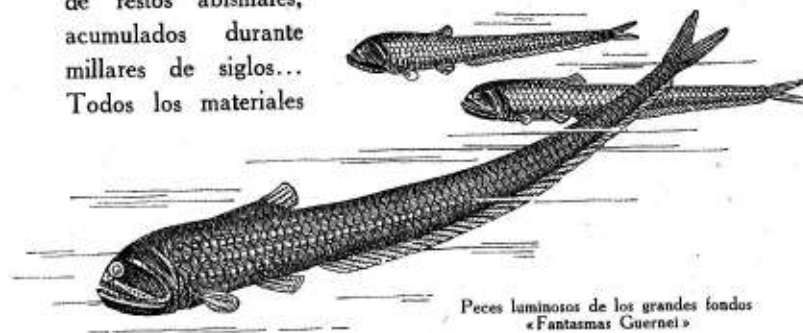


El congrio común llega a alcanzar de largo hasta 2'50 metros, con un peso de 60 kilos. Su voracidad es tal, que las hembras devoran a los machos algo más pequeños que ellas.

clase de materiales, en parte pulverizados; el trabajo de demolición que el oleaje efectúa en las rocas de la costa;

(1) Del griego *pelagos*, que significa mar.

las partículas ligeras transportadas por los vientos, y también los residuos orgánicos de plantas y animales submarinos muertos, como las conchas y caparazones, cantidades enormes de restos abismales, acumulados durante millares de siglos... Todos los materiales



Peces luminosos de los grandes fondos «Fantasmas Guernei»

enumerados y otros omitidos, van a parar al mar y quedan distribuidos en el fondo del océano, con un orden perfecto, como si fuesen pasados adrede por un gigantesco tamiz. Tocando a la costa quedan las rocas arrancadas de tierra por las heladas, el calor del Sol y las furiosas tempestades; después siguen las piedras y cantos más pequeños, la grava, la arena gruesa; y a medida que el suelo marino avanza en profundidad, los despojos que lo cubren se van haciendo más finos, hasta que en los abismos llegan a ser como un fango formado por un polvo finísimo e impalpable. El secreto de esta distribución tan ordenada reside en la ley de la gravedad: los materiales más pesados se van al fondo en seguida, mientras que las partículas más ligeras permanecen mantenidas en suspensión largo tiempo, descendiendo lentamente a los grandes abismos hasta hallar un reposo absoluto.

Zoología marina. — Para dar una pequeña idea sobre la clasificación de los animales que pueblan el mar, señalaremos sus grandes divisiones y algunas de las especies que las caracterizan:

LOS PECES. — Éstos se distinguen por tener una columna vertebral que sostiene sus miembros y sirve de base mecánica a todo el organismo. Son todos vertebrados, y están divididos en los siguientes grupos:

Dipneustos. — Ceratodus (poco comunes), etc.

Ciclóstomos. — Lamprea, etc.

Selacios. — Tiburón, raya, pez martillo, etc.

Ganoideos. — Esturión o sollo, etc.

Teleosteos. — Arenque, sardina, salmón, abadejo, merluza, lenguado, etc.

LOS MAMÍFEROS. — Viven en el mar, pero no son peces. (Tienen pulmones y respiran el aire atmosférico.) — *Cetáceos*, como ballenas, delfines, cachalotes, etc., y *Sirenios*, como el manatí, etc.

LOS REPTILES. — *Quelonios.* — Como las tortugas, de las cuales algunas especies viven en el mar, pero respirando el aire atmosférico.

LOS MOLUSCOS. — Se caracterizan por la blandura del cuerpo, generalmente protegido por una concha calcárea, a excepción de los *Cefalópodos* (pulpos, calamares, argonautas, etc.). Los demás grupos, los *Gasterópodos* (caracoles, etc.) y los *Acéfalos* (ostras, almejas, etc.), para defenderse se encierran en sus nacaradas fortalezas (las conchas).

LOS CRUSTÁCEOS. — Al revés de los vertebrados, cuyos órganos se desarrollan alrededor de un armazón interno (el esqueleto), en los crustáceos el organismo se halla

protegido por una cubierta exterior y articulada, más o menos recia, a semejanza de la armadura de un guerrero antiguo; pertenecen a este grupo: cangrejos, langostas, langostinos, etc.

LOS GUSANOS. — El cuerpo está formado por anillos, afectando una forma tubular. Muchas variedades viven enterradas en la arena de las playas.

LOS RADIADOS. — *Equinodermos.* — El cuerpo está cubierto de púas o espinas, como en la estrella de mar, las castañas de mar, etc.

LOS PÓLIPOS. — *Celentéreos.* — Tienen el cuerpo en forma de saco y el tubo digestivo poco determinado, como la medusa, el coral, las madreporas, etc.

LOS ESPONGIARIOS. — Cuerpo en forma de saco, como las esponjas.

LOS PROTOZOOS. — Animales unicelulares que generalmente se reproducen por bipartición. (Infusorios, microbios, etc.).

Las zonas de la vida marina. — La división que precede obedece a las diferencias que presentan los animales marinos considerados dentro de la clasificación zoológica general que se emplea al estudiar todos los seres de la Naturaleza. Pero, tomados aparte y exclusivamente con relación a su sistema de vida, los animales marinos pueden reducirse a tres grandes grupos:

1.° Los que viven cerca de las costas; en aguas poco profundas e iluminadas por la luz solar.

2.° Los que viven en contacto con el suelo submarino, en aguas oscuras y profundas, y

3.° Los que viven flotando a la deriva, en aguas pro-

fundas o superficiales, pero jamás en contacto con el suelo submarino.

A los primeros se les denomina animales de *litoral*; a los segundos, *abismales*, y a los terceros, *pelágicos*.

La zona que habitan los animales de litoral tiene una profundidad que no excede de 200 metros y coincide con lo que hemos llamado la meseta continental. Es también en esa zona donde viven las plantas submarinas.

La zona abismal no posee plantas. La luz solar es allí escasa o nula, la temperatura constante. En esa zona sólo pueden vivir animales carnívoros.

Ya hemos dicho que los *pelágicos* pueden habitar aguas superficiales o profundas, y, por lo tanto, lo mismo se hallan en la zona litoral que en la abismal.

Los animales de la zona litoral. — Cerca de la costa, en los amontonamientos de rocas que constituyen su fondo, o en las playas arenosas, pulula una innumerable multitud de seres. Algunas especies están provistas de órganos de sujeción, para fijarse sólidamente a las rocas y así poder resistir el empuje del oleaje (por ejemplo, los *mejillones*). Los crustáceos (langostas, cangrejos, etc.) convierten en fortalezas de defensa los cantos y rocas. Hay, además,



El «Mohnocetus» es un pez de forma grotesca

el infinito número de los vertebrados, los peces de todas clases. Los campos de algas representan para todas las especies frondosos bosques donde ocultarse de los enemigos, o donde emboscarse para darles caza. Los huecos y los agujeros de las rocas y piedras son casas y castillos donde las especies crían y se guarecen...

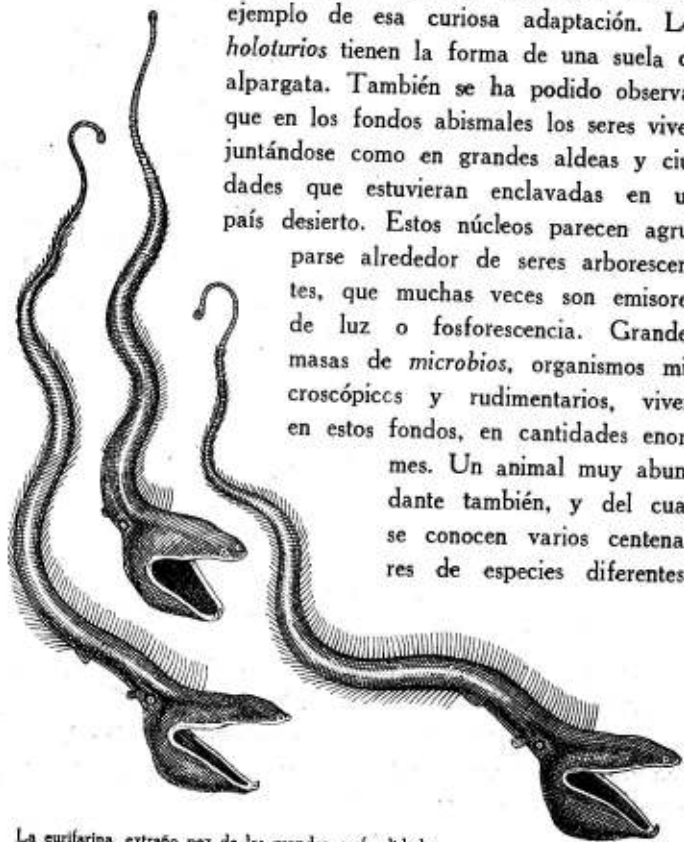
Otras especies viven sobre las playas de arena, a determinada profundidad, y para defenderse o pasar inadvertidas toman el color del fondo o se entierran en la arena. (Así lo hacen los peces planos, como los lenguados, las rayas, etc.) Sobre las grandes extensiones arenosas del fondo submarino se forman como islas de rocas o de algas, o bien de las dos cosas combinadas, y cada islote tiene su población especialmente adaptada a la profundidad, luminosidad, temperatura, etc. De una a otra isla se establecen corrientes de emigrantes, aventureros y fugitivos, tal como ocurre en la fauna terrestre.

Los animales de la zona abismal. — Los animales que viven en la zona abismal, a partir de una profundidad de 1.000 metros, son especies carnívoras, pues en tales regiones no existen plantas. En esos abismos la temperatura es constantemente fría (cerca de 0° a partir de los 5.000 metros) y la presión alcanza a más de 500 ó 600 atmósferas por centímetro cuadrado. Falta en absoluto la luz solar y el suelo submarino está formado por fango de polvo finísimo. Algunas especies de *limivoros* se alimentan de fango, que contiene escasos residuos orgánicos; pero la mayoría se devoran entre sí para poder subsistir.

Muchas especies que viven en este fondo fangoso se

ocultan enterrándose en él; otras desarrollan sus órganos de sustentación alargando o aplanando la forma, tal como hacemos los hombres cuando, al andar sobre la nieve, nos calzamos unos *shis* para no hundirnos... Estrellas de mar, de especies raras, cuya forma total es aplanada, son un

ejemplo de esa curiosa adaptación. Los *holoturios* tienen la forma de una suela de alpargata. También se ha podido observar que en los fondos abismales los seres viven juntándose como en grandes aldeas y ciudades que estuvieran enclavadas en un país desierto. Estos núcleos parecen agruparse alrededor de seres arborescentes, que muchas veces son emisores de luz o fosforescencia. Grandes masas de *microbios*, organismos microscópicos y rudimentarios, viven en estos fondos, en cantidades enormes. Un animal muy abundante también, y del cual se conocen varios centenares de especies diferentes,



La eurifarina, extraño pez de las grandes profundidades

es la *estrella de mar*. Se han cogido ejemplares en todas las aguas marinas del mundo, incluso en profundidades de 6.000 metros. La estrella de mar es común en todas las costas, pescándose a poca profundidad, aun en el Mediterráneo.

De las llamadas *castañas de mar*, en el fondo abismal se encuentran especies que no difieren mucho de las que se hallan en las rocas cercanas a la costa. Los *crustáceos* abundan hasta la profundidad de 1.000 metros, y disminuyen después rápidamente.

Las *pulgas de mar*, que vemos saltar en nuestras playas, viven en gran número en el fondo abismal. S. A. el príncipe de Mónaco pudo capturar, a una profundidad de 5.285 metros, un crustáceo de esta especie (el *Alicella gigantea*), de 14 centímetros de longitud.

Sólo la enumeración de algunas especies, entre los millares que pueblan el fondo submarino, ocuparía docenas de volúmenes...

Los animales "pelágicos" o flotantes. — Se llama *plankton* al conjunto de seres, animales o plantas, que viven en las aguas marinas, pero sin reposar jamás en el fondo.



Cefalópodo luminoso de las grandes profundidades. (*Euplotheutis diadema*). Los glóbulos que tiene alrededor de los ojos, en los tentáculos y encima de las bolsas, son luminosos

La mayor parte de seres pelágicos flota durante toda su existencia; pero otros sólo lo hacen durante cierto tiempo, y después se fijan en el terreno, o a la inversa, pasan su infancia fijos y luego emprenden su interminable correría.

La abundancia de las especies que constituyen el *plankton*, es algo que sobrepasa la imaginación y no tiene ninguna semejanza con los seres de la tierra. Una selva

«*Sternoptyx Diaphana*», pez luminoso de las grandes profundidades



tropical, con sus millones de insectos, de plantas, de pájaros, de reptiles y de cuadrúpedos, ni siquiera representa un ligero término de comparación con lo que estamos tratando.

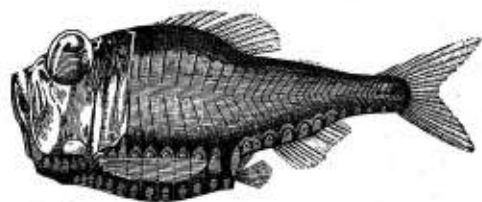
Masas imponentes de seres visibles e invisibles a nuestros ojos, pueblan el agua de los mares. Al filtrar algunos litros de agua marina, se nos aparece una inesperada y portentosa cantidad de plantas y animales microscópicos, de una variedad extraordinaria y de inauditas formas.

Muchos de los animales y plantas que forman el *plankton* ofrecen una extraordinaria transparencia, incluso algunos de gran tamaño, como las medusas, por ejemplo. Esa maravillosa transparencia transforma músculos, huesos, glándulas, escamas, etcétera, en una materia invisible, que se confunde con el agua marina. Así, en su larga peregrinación, marchando a la deriva de las corrientes, esos animales se substraen en lo posible

al enemigo hambriento... La transparencia es, pues, primordialmente una defensa.

Los peces pelágicos. — Muchas especies de peces viven indistintamente en la zona litoral y en la abismal, pasando de una a otra, desapareciendo de la orilla, en busca de mayor profundidad, y viceversa. Los peces pelágicos más conocidos y que viven en grandes grupos, son las sardinas, los arenques, los atunes, los abadejos, etc.

Cómo flotan los animales pelágicos. — Las especies de animales destinados a flotar, siendo su densidad mayor que la del agua, se hundirían rápidamente o se verían obligadas a un continuo esfuerzo de natación. Órganos de un maravilloso ingenio suplen este esfuerzo. Ciertas especies se sirven de *aletas* que funcionan como pequeñas hélices mecánicas. En otras, un pequeño volumen de aire encerrado en una *membrana elástica* que se comprime y dilata, hace el oficio de boya o flotador. Al comprimir la vejiga, el volumen de aire disminuye y el animal se hunde, y luego remonta cuando se dilata aquélla. En otros



«*Photoblepharon palpebratus*», pez de los grandes fondos, que tiene ojos telescópicos y órganos luminosos

casos, como sucede en las huevas de algunas especies, una *gotita de aceite* basta para restablecer el equilibrio. Las formas mecánicas destinadas a lograr este objeto son innumera-

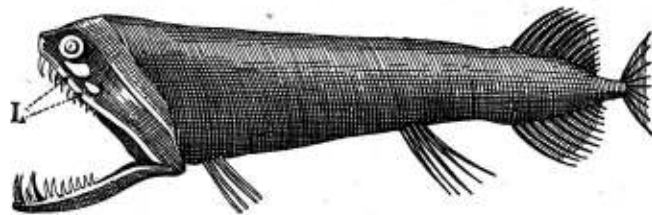
bles: membranas en forma de paracaídas, planos inclinados, haces de finísimos filamentos, que actúan como la planta terrestre llamada *diente de león*, etc. Cada mecanismo cumple su oficio: sostener sin cansancio al animal flotante, conservándole su libertad de acción, o, si se trata de una planta, mantenerla en el nivel de flotación conveniente a la especie.

Los animales pelágicos forman en muchos casos enjambres colosales. Se han podido observar bancos de *sifonóforos*, en la superficie del mar, de una longitud de 270 kilómetros, por una anchura proporcionada. Los seres microscópicos que sirven de pasto a la sardina común, en el Báltico se cuentan en número de 13.000 por litro de agua marina. Las huevas y larvas de los peces se agrupan en incalculables legiones, que navegan lentamente siguiendo las corrientes marinas.

Las algas microscópicas, que también forman parte del *plankton*, constituyen inmensas y movientes praderas, invisibles a nuestra vista, que marchan con lentitud y a diversas profundidades, según su densidad. Los crustáceos se reúnen en bancos, y los hay de especies tan diferentes, que cada día se descubren nuevas. Entre los moluscos son muy vulgares el pulpo y la jibia, cerca de las costas. En alta mar, a diversas profundidades hasta 6.000 metros, existen centenares de especies de cefalópodos, de rápidos movimientos, brillantes y luminosos colores, y formas algo parecidas al pulpo común de nuestras costas.

Cómo se alimentan los animales del mar. — Las miríadas de seres que pueblan los océanos podrían clasificarse

en dos grupos, los *devoradores* y los *devorados*, contando que los primeros acaban también por figurar en la segunda categoría. Si esta ley fuese absoluta, las especies de peces habrían ya desaparecido; pero la sabia previsión de la



Malacocephalus, pez de gran profundidad, provisto de órganos luminosos en la mandíbula superior, debajo de los ojos

Naturaleza distribuye en el mar un elemento abundante, el *microplankton*, compuesto de vegetales microscópicos, algas celulares, que crecen en el agua sin destruir nada. De estos vastísimos prados, invisibles a nuestra vista, se nutren una inmensa cantidad de pequeños seres marinos, *comedores de hierba*, los cuales a su vez sirven de pasto a los animales carnívoros. Es el mismo caso del buey y el carnero, por ejemplo, que en la tierra sirven de intermediario al hombre para que éste encuentre en las fibras de carne y en la grasa de aquellos animales el valor alimenticio concentrado en las plantas verdes que comieron.

Los animales que se nutren con el *microplankton*, se valen de una variedad extraordinaria de órganos especiales. Citaremos solamente, como ejemplo, las *ostras* y los *mejillones*, que tienen las branquias provistas de finos filamentos tubulares, que tamizan el agua y van a parar a la boca. Las cenizas de la digestión, en forma de hilos, son tan importantes, que los cria-

deros de mejillones, cuando están en los puertos, obligan a dragarlos muy a menudo, pues los montones de residuos llegan a levantar el fondo submarino.

Los cazadores. — Las especies carnívoras muchas veces tienen la estructura y ciertos órganos, especiales dispuestos sabiamente para capturar a sus víctimas, que son de una variedad infinita. La *ballena*, por ejemplo, que se nutre principalmente de pequeñísimos moluscos, pero en grandes cantidades, lleva dispuesto en la boca un gigantesco tamiz, que sólo deja pasar los seres vivos de tamaño conveniente. Otros, como los *sifonóforos*, parecen pescadores de caña. Estos animales forman colonias y algunos de sus individuos tienen la misión de nutrir a la comunidad, y para ello disponen de largos filamentos transparentes y casi invisibles en el agua del mar, terminados en botoncitos de brillantes colores que atraen a las víctimas, como los anzuelos. Cada botoncito encierra, arrollado en espiral, un filamento venenoso y anestésico. Al menor contacto, esta especie de muelle se distiende, hiere y paraliza, al mismo tiempo que el invisible filamento coge la presa y la dirige a la boca hambrienta... Las medusas urticarias hieren mediante procedimientos parecidos. Los carnívoros, que se distinguen por su glotonería, se precipitan sobre la presa, que unos tragan entera y otros destrozan con pinzas o dientes. Muchas especies se entierran en la arena, dejando flotar uno o varios tentáculos que les advierten el paso de la presa. Cada cazador tiene su astucia peculiar y una traición nueva.

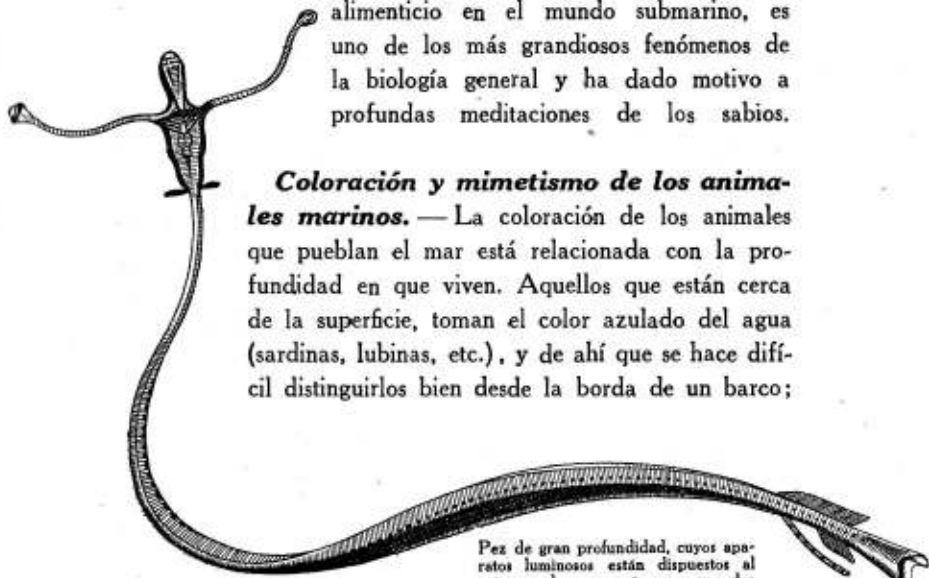
El fango como alimento. — Ya hemos hablado de ciertas especies que se nutren de fango (los *limívoros*, etc.); y no es que el fango sea en sí un alimento, sino que contiene una

pequeña cantidad de materia orgánica procedente de la descomposición de seres muertos en las capas superiores del agua. Para alimentarse de esta suerte, los animales deben introducir en su intestino una gran cantidad de manjar.

Los enterradores. — Una gran cantidad de animales marinos se nutre de todos los cadáveres, detritus y residuos orgánicos que contiene el mar, tanto de los mismos seres marinos como de los acarreos de tierra debidos a los ríos, etcétera. A esta faena se dedican desde especies minúsculas, casi microscópicas, hasta monstruosos tiburones, y todos ellos constituyen una especie de "policía acuática" que mantiene limpia el agua del mar. Esta transformación continua del material alimenticio en el mundo submarino, es uno de los más grandiosos fenómenos de la biología general y ha dado motivo a profundas meditaciones de los sabios.

Coloración y mimetismo de los animales marinos.

— La coloración de los animales que pueblan el mar está relacionada con la profundidad en que viven. Aquellos que están cerca de la superficie, toman el color azulado del agua (sardinas, lubinas, etc.), y de ahí que se hace difícil distinguirlos bien desde la borda de un barco;



Pez de gran profundidad, cuyos aparatos luminosos están dispuestos al extremo de unas antenas, como dos faros móviles

solamente los delata, a cierta distancia, el reflejo plateado de la región ventral.

Otros, que van muy cerca de la superficie, como las medusas, por su transparencia se confunden con el agua. Casi todos los animales de grandes profundidades tienen una coloración uniforme muy oscura, llegando algunos a ser casi negros.

Algunas especies de peces y moluscos (los *cefalópodos*) pueden cambiar de color en un lapso de tiempo que varía entre algunos segundos y algunas horas. Este curioso fenómeno se llama *mimetismo*, del griego *mimos*, que significa imitador, actor, comediante. En el laboratorio de Roscov se observaron unos lenguados que habían sido pescados en un fondo de arena color amarillo claro, y que, depositados en un recipiente de granito, desaparecieron a la vista del observador al cabo de unas horas. Su color amarillento había sido reemplazado por los tonos grises y las motas blanquinegras del granito...

Algunos cefalópodos, como los pulpos, la jibia común, etcétera, tienen la facultad de cambiar de color instantáneamente y a voluntad; poseen en la piel una clase de glándulas que contienen una gota microscópica de gelatina transparente y de diversos colores: amarilla, roja, verde, etc. El animal abre o cierra, a voluntad, estas glándulas, tomando la coloración que le conviene para disimularse, cazar, demostrar espanto, irritación, etc. Esta función cromática es una de las más asombrosas maravillas de la biología marina.

Los animales que disponen de esta facultad de *mimetismo* la utilizan principalmente al descender a los fondos. El suelo tapa la parte blanquecina del cuerpo, y el dorso, que es la

zona capaz de mutación, toma el color de las arenas, rocas, algas, etc., y así no son advertidos por sus enemigos. Los hombres, en las guerras, para no ser descubiertos por los aeroplanos, disimulan sus fortificaciones adoptando el color del terreno. Al parecer, la Naturaleza lo había inventado ya antes y con mayor perfección...

Las grandes presiones y la vida de los seres marinos. — La densidad del agua de mar es de 1.026, según lo cual una columna de agua de 10'33 metros ejerce la presión de una atmósfera. Esto significa que a las mayores profundidades conocidas (12.000 m.), la presión teórica sería de 1.220 atmósferas. (Prácticamente más, en virtud de la compresión del agua marina.) Aun sin conocer estas enormes cifras, nuestros antepasados creían que, por razón de las grandes presiones submarinas, un cuerpo sólido, al hundirse en el mar, no podía pasar de cierto límite y jamás llegaba al fondo. La realidad demuestra, por el contrario, que todos los cuerpos pesados que caen al mar, llegan al fondo, por profundo que éste sea. Si son huecos y cerrados, se aplastan, pero si son macizos o bien dejan penetrar en ellos el agua, como una botella, llegan al fondo intactos.

Por la misma razón de las grandes presiones, se creyó mucho tiempo que la vida de los seres era imposible a partir de cierta profundidad. Los descubrimientos modernos han comprobado la existencia de una rica variedad de especies animales a 2.000 y a 4.000 metros. ¿Cómo es esto posible? Las experiencias del doctor Regnart han demostrado que los líquidos contenidos dentro de los tejidos orgánicos de estas especies, están en comu-

nicación con el agua, a través de la piel del animal, equilibrando así la presión y haciendo posibles la vida y sus movimientos normales.

Si, por el contrario, estos seres tuviesen una piel o costra herméticas, impermeables, no podrían sumergirse algunas docenas de metros sin ser materialmente aplastados por la presión.

Las especies de los grandes fondos no tienen ninguna cavidad hueca o llena de gases.

Los peces que poseen vejiga natatoria, llena de gases, deben vivir a una profundidad determinada, porque ese órgano está en equilibrio con el agua del nivel en que se encuentran y sólo permite un desplazamiento limitado. Si el pez baja a una profundidad mayor, la vejiga estalla por compresión, y si aquél remonta a la superficie rápidamente se rompe por distensión, como sucede con muchos peces al pescarlos. Algunas especies marinas pueden, sin embargo, variar desde la superficie, donde pasan la noche, hasta la profundidad de 500 metros, donde se hunden apenas asoma la aurora. La causa de estos fenómenos no es conocida todavía.

Seres marinos luminosos.— No cabe en la extensión de estas notas la enumeración de todos los seres luminosos que pueblan el mar. Señalaremos algunos: en el grado inferior, las *fotobacterias*, que viven sobre restos orgánicos en descomposición, o como parásitos en tejidos de seres vivos; estas bacterias forman una alfombra luminosa en el fondo del mar. Los microbios como los *noctíluos*, que producen fosforescencias en la superficie de ciertas

aguas. En la región del litoral se encuentran también muchas medusas que flotan entre dos aguas, despidiendo una vaga claridad. *Pirosomas* cilíndricos, cuya fosforescencia recorre en chispazos alternativos el cuerpo del animal. Estrellas de mar, etc. Casi todos estos seres producen su resplandor segregando una mucosidad, sin órganos especiales emisores de luz.

Los animales que poseen esos órganos especiales ofrecen un interés extraordinario, como los *cefalópodos* y muchos peces y crustáceos de los grandes fondos, siempre de las especies nadadoras. Los órganos luminosos están casi siempre dispuestos en el vientre, en las patas, en el extremo de antenas, alrededor de los ojos, aun dentro de la boca, pero jamás sobre el lomo. El número de esos órganos en cada animal, varía desde dos o tres puntos luminosos hasta millares de ellos, formando una total envoltura.

Para formarse una idea del mecanismo del órgano luminoso de un cefalópodo, que puede servir de tipo general, imaginémosnos una antigua lámpara de petróleo, como las que solían colgarse en la pared; es decir, un recipiente de donde emergía la mecha encendida, y un reflector estañado, dispuesto verticalmente, donde se reflejaba la luz.

En el animal citado, todo el mecanismo del órgano está escondido dentro de la piel, que es muy opaca y sólo transparente delante del "reflector". La luz se produce dentro de un espacio globular (como una bombilla eléctrica), también opaco, pero transparente en la parte superior, por donde sale el haz luminoso proyectado luego por la pantalla reflectora. Entre ésta y la lámpara hay diversas capas de una substancia cromática. La totalidad del órgano está

en correspondencia con el cerebro del animal, por medio de los nervios, y eso le permite encender, apagar y cambiar el color (rojo, verde, etc.) de sus luces, de una manera instantánea y a su voluntad, como si se tratase de la más perfecta instalación eléctrica. Cada especie tiene sus características, de tan maravillosa y perfecta complicación, que no existen palabras para demostrar el asombro que produce su estudio.

La utilidad de la fosforescencia o la luminosidad de muchas especies de animales submarinos, no está únicamente en que pueden ver a su alrededor, pues los hay que apenas tienen ojos. La luz que emiten les sirve sobre todo como trampa para cazar, para alucinar la pesca; como defensa para desaparecer delante del enemigo, "apagando los fuegos" súbitamente; para facilitar una sorpresa, encendiéndolos; y en los que viven en enjambres, para reconocerse entre sí y no dispersarse. El espíritu investigador de la Humanidad tiene un campo inagotable en la exploración de este mundo maravilloso sumergido en la imponente masa de los océanos.

Una visión del fondo del mar. — Así como antiguamente creíase imposible la vida en los grandes fondos, a causa de la enorme presión del agua, más tarde se supo que, de existir allí seres, éstos debían estar desprovistos de ojos, por la inutilidad de tenerlos en medio de una oscuridad absoluta. Pero la pesca en los grandes fondos proporcionó después ejemplares de seres con ojos, y a veces de tamaño y organización muy complejos, haciendo variar radicalmente el antiguo criterio. Y he aquí que, en las primeras expediciones organizadas

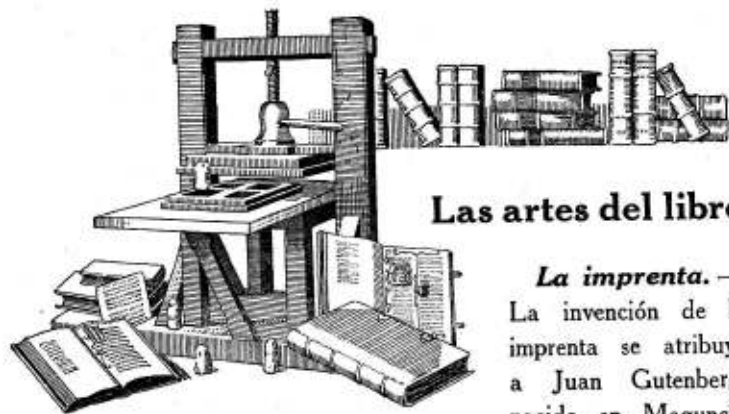
por S. A. Alberto I (príncipe de Mónaco) con los buques *Travailleur* y *Talismán*, ocurrió que, al ser remontados a bordo, durante la noche, los aparejos de pesca que habían sido calados a gran profundidad, aparecieron brillando con el resplandor de innumerables lucecitas de variados matices, llenando de asombro y admiración a los espectadores, sabios y marineros... Una vez más se demostraba la maravillosa organización de la Naturaleza, proveyendo de luz propia a los seres que viven en lugares donde la oscuridad es eterna.

Ciertamente, los fenómenos de fosforescencia en las superficies de los mares, debidos a la aglomeración de microorganismos o de algunos animales superiores de la zona litoral, eran ya conocidos; pero nada se sabía de esas especies de los grandes fondos, que poseen aparatos lumínicos de una potencia y perfección maravillosa. Como la emisión de la luz, en estos seres, sólo es posible mientras están vivos, no pueden gozar de su contemplación más que los hombres dedicados a esta clase de investigaciones.

El profesor norteamericano Beebe, que descendió en una esfera de acero a 1.135 metros de profundidad, pudo contemplar el espectáculo más fantástico y maravilloso que jamás soñó la más exaltada fantasía. Pasó por entre moles de peces disformes y monstruosos, de oscuros colores y vivos reflejos de acero y de bronce: unos con los costados perforados de luz, como las lucernas de un transatlántico en la noche; otros llevando reflectores, como faros de automóvil; algunos con la boca abierta desmesuradamente y encendida como un hornillo... Miríadas de estos seres evolucionaban lentamente en el majestuoso silencio. Más cerca del fondo, el centelleo de extensiones inmensas cuajadas de puntitos brillantes y estremecidos por

una continua vibración de matices diversos. Masas luminosas, como globos de cristal opalescente, de una extensa gama de colores, derivando suavemente. Medusas parecidas a las llamas lívidas del bronce en fusión; grupos de sifonóforos formando verdaderas guirnaldas de flores exóticas; misteriosas agrupaciones fosforescentes y simétricas, como si la mano de un artífice hubiese engarzado perlas y rubíes, esmeraldas y zafiros, en largas y serpentinadas formas o rosarios de luz. Y todo este mundo de ensueño palpitando sobre un fondo de seres arborescentes que destilan gotas de un extraño rocío, fúlgido y lento como fuego líquido, y envuelto en suave y pálida claridad, como de luz lunar, que brota misteriosamente del suelo...

Actualmente se cree que no existen animales vivos más allá de una profundidad de 7.000 metros.



Las artes del libro

La imprenta. —

La invención de la imprenta se atribuye a Juan Gutenberg, nacido en Maguncia

hacia el año 1400. Allí apareció, en 1450, el primer libro impreso en Europa y compuesto con caracteres movibles, la *Biblia latina*. Actualmente se cree que la imprenta era conocida en China desde muy lejanos tiempos.

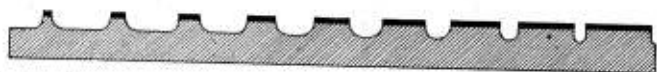
La imprenta es el instrumento de cultura que más ha servido a la humanidad para perfeccionar y difundir la civilización. Constituye también una industria importante en todas las naciones, ocupando a muchos millares de personas en el manejo de sus curiosos y admirables mecanismos.

Los sistemas de imprimir. — La estampación de un texto o de una ilustración puede hacerse actualmente por tres principales métodos diferentes.

La impresión *tipográfica* se efectúa por medio de caracteres y planchas, fundidos o grabados en *relieve*. Por medio de rodillos se deposita tinta grasa en las partes salientes del bloque impresor, y éste, al entrar luego en contacto con un papel, me-

El grabado de la cabecera representa la prensa de imprimir que usaba Juan Gutenberg y que se conserva en Maguncia.

dianete una fuerte presión, deja marcado en él su relieve, formando así la imagen impresa.



La tinta (trazos negros) se deposita en las partes salientes de los moldes tipográficos

El procedimiento *litográfico* se basa en el empleo de piedras calizas (de una clase especial), planchas de zinc o aluminio, en las cuales se dibuja con tinta grasa el modelo que se desea reproducir. Una vez acabado el dibujo, se prepara con una solución ácida y gomosa. La superficie queda plana, sin diferencia alguna de nivel entre el dibujo y las



El molde litográfico es plano en absoluto. No obstante, la tinta, que exageradamente se muestra en el esquema (trazos negros), sólo se deposita en la parte dibujada, pues la acción del ácido impide que ocurra lo mismo en la parte blanca

partes no dibujadas. La estampación se obtiene porque los rodillos tintadores, al entrar en contacto con la piedra o plancha litográfica, sólo entintan la parte dibujada; los blancos acidulados permanecen intactos, y así se reproduce en el papel la imagen limpia y perfecta.



En el molde del rotograbado la tinta llena unas diminutas células cuya dimensión ha sido muy exagerada en el presente esquema

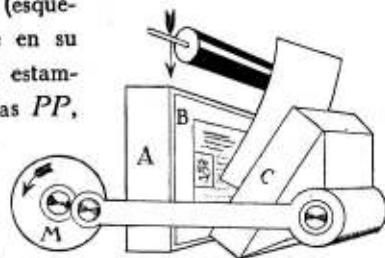
La impresión en *talla dulce* (*huecograbado* o *rotograbado*) se obtiene por medio de planchas grabadas en hueco. La

tinta se deposita en las *entalladuras* de la placa, y la superficie de ésta se limpia antes de la impresión. El papel pasa a gran presión sobre el molde, y la tinta se le adhiere más o menos, según la profundidad de las entalladuras.

Las máquinas de imprimir. — A las máquinas impresoras desde antiguo se las ha llamado *presas*, en recuerdo de la primitiva y verdadera *pressa* inventada por Gutenberg. Modernamente, las máquinas son muy complejas las más de las veces.

La disposición de las máquinas de imprenta *planas* (también llamadas *minervas*) es, como marca el esquema 1, un plato *fijo* *A* que sustenta la *forma* o molde *B*, y un *plato* *movible* *C*, que stampa mediante el movimiento de una excéntrica *M*. El papel se introduce a mano entre los dos platos, y los rodillos (en el esquema sólo se señala uno) tintan el molde con un rítmico vaivén. Estas máquinas sólo sirven para impresiones de pequeño tamaño, casi nunca mayores de 60 centímetros.

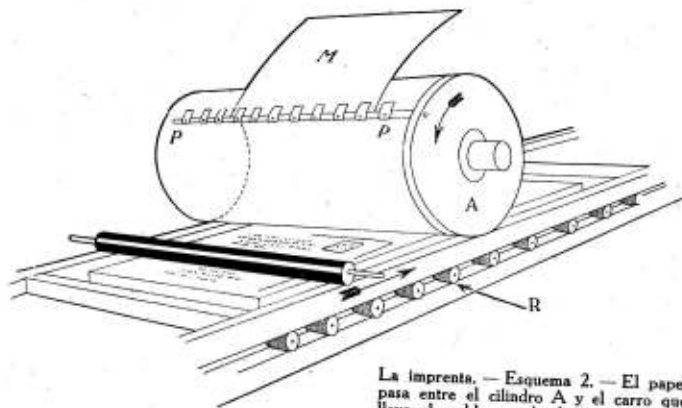
Los elementos de una máquina de imprimir también plana, pero con *cilindro*, son (esquema 2): un cilindro *A*, que en su rotación coge el papel *M* a estampar por medio de unas pinzas *PP*, y lo aplica contra el molde, que está extendido sobre un *carro* dotado de un movimiento de vaivén, gracias a unos carretes, *R*, dispuestos sobre la bancada



La imprenta. — Esquema 1. — El papel es virtualmente prensado entre el molde B y el plato C

fija de la máquina. Los rodillos entintan el molde al efectuarse el vaivén.

Las máquinas *litográficas planas*, con presión de cilindro, están construídas según los mismos principios. Las má-



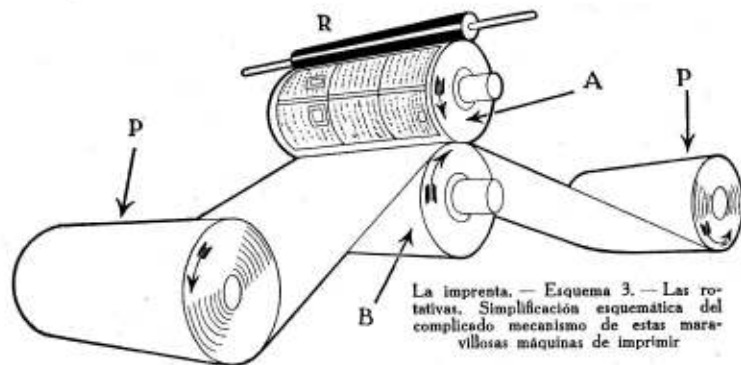
La imprenta. — Esquema 2. — El papel pasa entre el cilindro A y el carro que lleva el molde, quedando así estampado

quinas corrientes de imprenta producen desde 800 a 3.000 ejemplares por hora.

El mecanismo de una máquina *rotativa* de imprenta (esquema 3), como las que usan los diarios, se basa en que el molde de metal fundido (*estereotípico*) va montado sobre un cilindro A, que ejerce presión sobre otro, B, entre los cuales pasa el papel continuo de las bobinas PP. Las baterías de rodillos R, entintan el molde. Las rotativas se componen a veces de varias series de cilindros como los descritos, y llegan a imprimir periódicos de 64 grandes páginas a razón de 15.000 ejemplares por hora. Constantemente se adelanta en estos mecanismos.

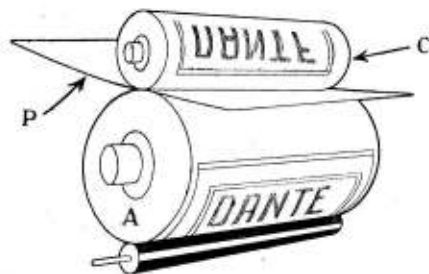
Las máquinas *rotativas litográficas* (esquema 4), en especial las modernas *Ofset*, imprimen el papel en hojas, por medio de dos cilindros: uno, A, lleva la placa de zinc con el dibujo litográfico, y el otro, C, cubierto de caucho, recoge la imagen y la transmite al papel, P, que pasa apretado entre los dos cilindros. Estas máquinas pueden imprimir papel rugoso; algunas se componen de tres cilindros.

Las de imprimir *rotograbado* o grabados en hueco (esquema 5), se componen de un cilindro de cobre grabado, A, que se sumerge en parte en la cubeta C, toma la tinta en abundancia, T, y se escurre la sobrante al rozar con la cuchilla S. El papel H pasa a gran presión entre el cilindro R, cubierto de caucho, y el grabado. El cilindro superior sirve para aumentar la presión del R.



La imprenta. — Esquema 3. — Las rotativas. Simplificación esquemática del complicado mecanismo de estas maravillosas máquinas de imprimir

Las máquinas, cuyos principios acabamos de explicar, están formadas por complicados dispositivos encaminados a

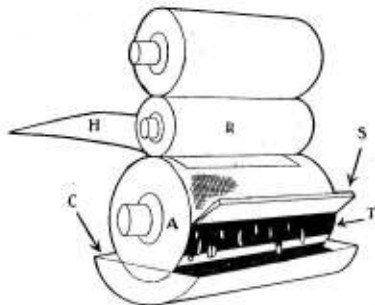


La litografía. — Esquema 4. — Simplificación de los elementos de que se componen las rotativas litográficas. Otras máquinas emplean tres cilindros en vez de dos

para que el hombre sólo preste a la maquinaria el concurso de su voluntad e inteligencia.

La imprenta. La composición a mano. — Los caracteres de imprenta están distribuidos en la *caja*, según un orden relacionado con el uso que de cada uno se hace. La *e*, por ejemplo, que se emplea de nueve a diez veces por cada cien letras, está en el *cajetín* (compartimiento de la caja) que el oficial cajista-tipógrafo tiene más a mano, y así sucesivamente todas las demás.

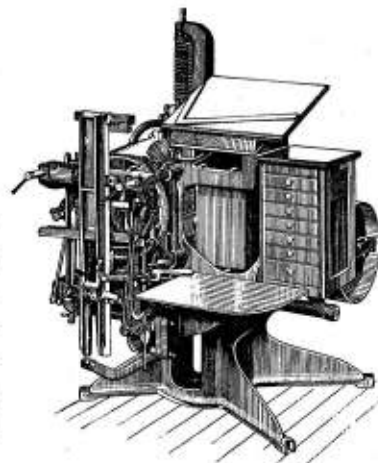
Las letras que el cajista va sacando de la caja las reúne en el *componedor*, pequeña regla angular que aquél sostiene en la mano. Cuando la línea está terminada, el oficial debe *jus-*



La rotografía. — Esquema 5. — Elementos constitutivos del rotograbado, uno de los más admirables procedimientos de impresión

asegurar la perfección y la rapidez en el trabajo. Las hojas de papel son introducidas en las máquinas por medio de ingeniosos mecanismos llamados *marcadores automáticos*. El esfuerzo constante de los ingenieros tiende a suprimir *todo trabajo manual*,

tificarla, esto es, ajustarla a la anchura de la página o columna prevista. Como las palabras tienen distinta longitud en cada línea, la regularidad se obtiene dejando entre ellas *espacios* más o menos grandes; la diferencia entre los espacios resulta imperceptible a la vista, y en cambio todas las líneas tienen la misma dimensión.



Máquina para fundir tipos sueltos destinados a las cajas de composición a mano

Una vez la composición a mano ha servido en las máquinas de imprimir, debe ser distribuída otra vez en las cajas, letra por letra. Las letras están fundidas en un metal que es una aleación de plomo, antimonio y estaño, y algunas veces una pequeña parte de cobre; tienen una duración limitada, según la aspereza de los papeles que imprimen y el cuidado de los operarios que las manejan.

La composición mecánica. — El crecimiento enorme de la industria de imprimir y la necesidad de economizar el tiempo, han creado la composición mecánica, cuyo empleo práctico data de 1866. Las máquinas de componer se basan en dos procedimientos diferentes: uno consiste en fabricar de una sola pieza cada línea de texto (sistema *Linotype*), y el otro en fundir las letras sueltas, cada una de por sí (sistema *Monotype*). Ambos sistemas tienen sus partidarios y sus par-

ticulares ventajas. Las máquinas que funden la línea entera convienen a los periódicos, por su rapidez, puesto que cuando el mecanógrafo ha compuesto una línea de texto, desde luego queda lista para pasar a las máquinas de imprimir. Las que funden letra suelta son preferidas para las ediciones de libros y, en general, para todos los trabajos que necesitan numerosas correcciones.

Un buen oficial cajista no puede componer más de 1.500 a 2.000 letras por hora; una máquina puede producir de 6 a 7.000.

Las máquinas de componer. — Éstas son realmente verdaderas maravillas mecánicas, que es imposible describir en detalle dentro de los límites de nuestro estudio. La máquina que funde líneas enteras (*Linotype*), puede considerarse dividida en cuatro partes, cada una con su función determinada: el *almacén* (uno o varios) donde están las matrices; el *teclado* y su mecanismo, para la composición; la *fundición* de líneas y la *distribución* de matrices.

Funcionamiento de la máquina. — El obrero compone mediante un teclado parecido al de una máquina de escribir; a cada tecla que oprime, sale del almacén una matriz de la letra necesaria. Cuando todas las matrices correspondientes a una línea del texto están alineadas, se justifican automáticamente, es decir, el total de las letras se alarga o encoge mediante los espacios que dividen las palabras. Un timbre advierte que está todo dispuesto para proceder a la fundición de la línea; la máquina se apodera rápidamente de las matrices que el operario ha juntado, y mediante

ellas funde en un hornillo una placa de plomo conteniendo la línea entera, en relieve, pulimentada y lista para ir a formar parte de la columna o página. La máquina recibe las matrices, las devuelve cada una a su lugar correspondiente en el almacén, y las deja dispuestas para ser otra vez empleadas. Un solo operario basta para manejar la máquina.

Las que componen con letras sueltas (*Monotype*), constan de dos mecanismos: un teclado que por medio de unas agujas perfora un rollo de papel (semejante a los de las pianolas), y una máquina que funde las letras sueltas, cuyas matrices o moldes obedecen a los agujeros del indicado

rollo. Éste va desplegándose por sí solo, de suerte que el operario fundidor sólo debe vigilar el mecanismo, y atender a su engrase, pero no interviene en nada en el trabajo que ejecuta la máquina. Su funcionamiento es de tal modo complicado, que "produce la impresión de una cosa viviente".

En las máquinas de componer, los caracteres fundidos sólo sirven una sola vez; después de terminada la impresión, se refunden en un horno y el metal resultante vuelve a emplearse para nuevos tipos o líneas. Las máquinas de componer economizan, pues, la distribución de

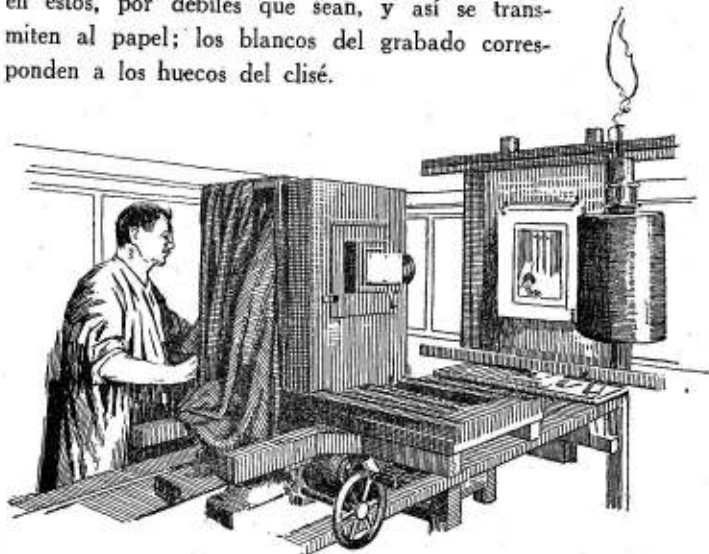


Matrices de una máquina de componer dispuestas para fundir una línea entera. Entre las palabras se muestran los espacios formando caña. Según estas cañas se aprietan más se ensancha la línea hasta llegar a la dimensión requerida.

los tipos de imprenta y permiten trabajar siempre con caracteres nuevos.

Una máquina de componer emplea en su funcionamiento el aire comprimido, el agua, el fuego y la electricidad, es decir, casi todos los principales elementos.

Los grabados. — La luz es el buril que graba, de una manera muy perfecta y rápida, las ilustraciones de libros y revistas. En tipografía, para imprimir una imagen al mismo tiempo que un texto, es necesario disponer de clisés formados por líneas o puntos en relieve. La tinta se deposita en éstos, por débiles que sean, y así se transmiten al papel; los blancos del grabado corresponden a los huecos del clisé.



Las máquinas fotográficas que se utilizan para reproducciones destinadas a clisés tipográficos, afectan formas y dispositivos especiales. En el dibujo se representa una cámara con objetivo prismático puesto a un lado; así el negativo no sale invertido, como ocurre en las cámaras ordinarias.

Los clisés dibujados a rayas, como los que ilustran este libro, se llaman *plumas*, y generalmente se obtienen impresionando con el original un negativo fotográfico de la dimensión deseada. Éste es utilizado para *insolar* una plancha de zinc, preparada con una capa sensible de albúmina, gelatina u otra preparación adecuada, pues son muchas las que se usan. Sobre la parte así preparada de la plancha, se aplica el negativo, y ambos se someten a la acción de la luz durante un tiempo conveniente. Luego, después de una preparación especial que varía según el procedimiento empleado, la plancha se limpia; y entonces ocurre que las partes que han sufrido la acción de la luz se conservan, mientras desaparece la preparación de aquellas otras partes que fueron preservadas por el negativo. Se sumerge entonces la plancha en un baño de ácido nítrico rebajado, que va royendo la parte de metal no preservada por el dibujo; cuando los blancos del clisé son suficientemente hondos, la plancha se monta sobre tacos de madera.

Si se trata de reproducir dibujos o fotografías de tonos degradados, *clisés directos*, es necesario obtener un clisé que, por medio de puntos más o menos grandes y espaciados, reproduzca las gradaciones del original. Este resul-



Fig. 1. — Trama muy aumentada. La trama es un cristal transparente, cruzado por una cuadrícula finísima de rayas negras y opacas.

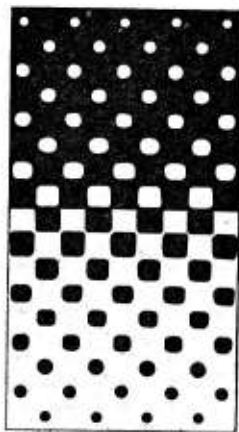


Fig. 2. — Efectos de la trama muy aumentados. A través de la trama la imagen se descompone en puntos blancos o negros, los cuales se graban en el clisé de zinc

tado se obtiene interponiendo una trama entre la placa sensible-negativa y el modelo.

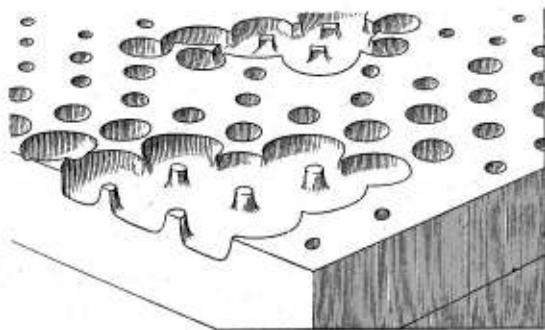
La trama es un cristal transparente, cruzado por una fina cuadrícula de rayas opacas (fig. 1). Las tramas tienen desde 25 a 150 líneas por centímetro cuadrado. Cuanto más espesa es la trama, tanto más fino es el grabado y mejor la calidad de papel de imprimir que éste exige. Al colocarla entre el objetivo y la placa negativa, la trama hace el oficio de *cortar* en puntitos el original que se desea reproducir, tal como indican las figuras 2 y 3. Una vez obtenido de esta suerte un negativo, se procede al grabado como en los *plumas*, en la forma ya dicha. Los fotografados en cobre son más finos que los que se graban sobre zinc. Cuando se quiere endurecer éste, para que resista grandes tirajes, una vez grabado se le cubre con níquel, por medio de la galvanoplastia.

La tricromía. — El principio en que se basa la reproducción *tricrómica*, es la descomposición de la luz. Mediante un prisma de cristal puede observarse que el espectro solar, aun estando compuesto de un número infinito de tonalidades, se unifica en tres zonas de colores semejantes y de dimensiones casi iguales: una roja, otra amarilla y otra azul. La tricromía, valiéndose de este principio, impresiona

tres placas fotográficas, interponiendo en cada una de ellas, entre el objetivo y la imagen que se quiere reproducir, un *ecrán* o pantalla constituida por una fina película de gelatina teñida de rojo anaranjado, verde puro y azul violeta, respectivamente.

A través de la pantalla anaranjada se impresiona el clisé correspondiente al color azul; a través de la pantalla verde el del color rojo, y, por último, a través de la pantalla violeta el del amarillo.

El color negro se obtiene por la superposición de las tres tintas y el blanco por la supresión total de ellas.



Aspecto de una plancha de fotografado muy aumentada. Unos puntos tienen relieve y otros están vaciados, como también se observa en la figura 2

Teóricamente, la tricromía debería ser perfecta; pero de la luz a la tinta de imprenta que la substituye hay tanta diferencia, que sólo a fuerza de habilidad técnica se alcanza un resultado aceptable.

La explicación precedente puede dar sólo una ligera idea

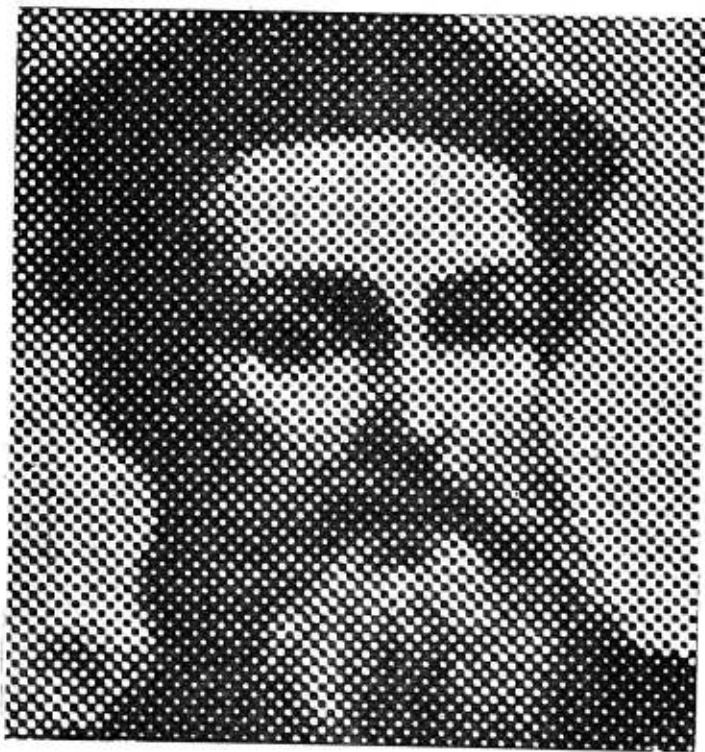


Fig. 3. — Fotograbado visto con un gran aumento, que permite apreciar la «trama»

de estos trabajos; en los talleres de reproducciones se necesita personal muy competente para llegar a una labor satisfactoria.

El clisé correspondiente a cada positivo de una tricromía se emplea como un fotograbado corriente, y de la impresión

de los tres clisés, cada uno con su tinta correspondiente, superponiendo las tres estampaciones con una perfecta coincidencia, resulta la reproducción de la imagen original. Las reproducciones pueden ser de objetos naturales, en estado inmóvil, y de pinturas. Algunas veces suele emplearse un cuarto color para reforzar el conjunto.

También se reproducen en tricromías fotografías obtenidas con placas *autocromas* (fotografía en colores).

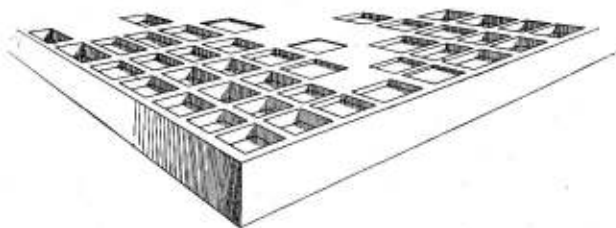
El huecograbado o rotograbado. — Este procedimiento empleado en las grandes revistas y ediciones de lujo, constituye el más perfecto sistema de impresión conocido hasta hoy.

La tipografía y la litografía no pueden producir más que una sola tonalidad de tinta, y las diversas gradaciones las obtienen (como ya hemos dicho) por medio de puntillados. Por el contrario, la impresión en huecograbado permite estampar en el papel, mediante una sola impresión, tinta de varios tonos, y así las imágenes resultan de una fineza incomparable.

Las planchas del huecograbado, una vez terminadas, están constituidas por una serie de minúsculas células dispuestas en cuadrícula, de una extensión de 0'14 milímetros, aproximadamente, y una profundidad variable hasta 0'04. Estas células de diversa hondura están divididas por una cuadrícula finísima cuyo nivel es uniforme. Las células hondas, que corresponden al negro intenso de la imagen, son, naturalmente, las que toman más tinta; y la gradación sigue de mayor a menor hasta las células correspondientes al color blanco puro, que se hallan al mismo nivel que la

plancha. Por encima de ésta pasa una cuchilla que quita la tinta sobrante.

El papel, sometido a una fuerte presión, toma la tinta depositada en las células, quedando la imagen estampada en todas



Aspecto de una plancha de huecograbado, muy aumentada. Las células más hondas, en las cuales penetra más tinta, corresponden al negro intenso de la imagen, las células poco profundas toman solo una débil capa de tinta, que transmitida al papel resulta una media tinta. De hecho este procedimiento imprime de una sola vez varias intensidades de tinta

sus gradaciones. En cada punto correspondiente a una célula de la plancha, queda una capa de tinta de diverso espesor, y esto es lo que reproduce la hermosa variedad de matices.

El huecograbado requiere maquinaria especial, y sus grabados son generalmente cilíndricos, de cobre en la superficie y de acero en su espesor. El grabado se obtiene por procedimientos fotomecánicos, algo semejantes al fotograbado, pero más complejos, y la renovación de la capa cobriza que recubre los cilindros se obtiene por galvanoplastia. Cuando un molde ha servido, se cubre de nuevo con cobre galvánico, y se rectifica en un torno. La tinta que se emplea en este procedimiento es diferente de las de tipografía o litografía; es muy flúida, a base de grasa y bencina. El cilindro grabado, una vez dispuesto en las máquinas impresoras, se su-

merge parcialmente en una cubeta-tintero. El grabado se llena así de tinta y pasa luego rozando a una cuchilla que le quita la sobrante (la que corresponde a los blancos); el papel se desliza entre el cilindro grabado y otro de caucho, éste oprimido por un tercero, de gran peso. (Véase el esquema núm. 5.)

Si se emplea papel en bobinas (en las máquinas rotativas), pueden imprimirse hasta 8.000 ejemplares por hora (desarrollándose el papel a una velocidad de 70 metros por minuto).

La estereotipia. — Ésta sirve para sacar copias metálicas de las composiciones de imprenta. Primero se saca de ellas un molde negativo, por medio de papel húmedo y caolín, aplicando una hoja sobre el molde positivo y golpeándola fuertemente con un cepillo, hasta lograr que se amolde al relieve. Sobre ese negativo, y en una caja de fundir especial, se vierte luego metal de imprenta derretido, que forma el clisé. Éste se monta en madera, como los fotograbados corrientes.

Los periódicos emplean estereotipias cilíndricas, para las máquinas rotativas. Su fabricación es muy perfecta y rápida, un clisé por minuto, del tamaño de una página de diario,



Una imprenta del tiempo de Gutenberg
(De una vieja estampa)



Un fundidor de letras, en los primeros tiempos de la imprenta. (De una estampa antigua)

de fundición se sacan las galeradas que tienen la misma anchura del libro en preparación, pero de longitud irregular y variable. Las galeradas son leídas por el corrector, oficial especialista en gramática, estilo, etc., que señala las erratas, al margen de las pruebas.

Los cajistas a mano o el linotipista (según el procedimiento empleado en la composición), corrigen las faltas y sacan nuevas copias del trabajo enmendado, llamadas segundas pruebas.

Dichas pruebas son entregadas a los ilustradores especialistas, quienes, después de leer el texto, ejecutan los dibujos que han de intercalarse en él. Una vez listos, pasan al taller de fotgrabado, donde se preparan los clisés en negro y en colores. Luego se procede a la compaginación, que consiste en

Cómo se hace un libro.

— La confección de un libro en una casa editorial moderna, es más complicada de lo que sin duda el lector se imagina. El autor científico o literario presenta la obra en manuscrito, por su propia iniciativa o cumpliendo un encargo, y pasa a ser examinada por los directores. Una vez aceptada se da a la composición; un oficial lino o monotipista copia la obra mecánicamente, y de esta copia en tipos

galeradas, columnas tipográficas que tienen la misma anchura del libro en preparación, pero de longitud irregular y variable. Las galeradas son leídas por el corrector, oficial especialista en gramática, estilo, etc., que señala las erratas, al margen de las pruebas.

Los cajistas a mano o el linotipista (según el procedimiento empleado en la composición), corrigen las faltas y sacan nuevas copias del trabajo enmendado, llamadas segundas pruebas.

Dichas pruebas son entregadas a los ilustradores especialistas, quienes, después de leer el texto, ejecutan los dibujos que han de intercalarse en él. Una vez listos, pasan al taller de fotgrabado, donde se preparan los clisés en negro y en colores. Luego se procede a la compaginación, que consiste en

intercalar los clisés en el texto, fijar la dimensión de las páginas, darles títulos y el correspondiente número de orden, es decir, foliarlas, etc. Después se sacan terceras pruebas, y la obra se corrige otra vez.

Compaginada la obra, los moldes corregidos definitivamente pasan a las máquinas de imprimir, de plegar, y finalmente a la encuadernación. Las tapas sobre tela exigen grabados en bronce, hechos con buril. Una vez la encuadernación terminada, los tomos son entregados por paquetes al almacén editorial, y de allí se expenden a las librerías, llevando entre sus hojas cuantos frutos es capaz de producir el ingenio humano.

En la confección de un libro que contenga algún complemento litográfico, como, por ejemplo, mapas, láminas, etc., pueden entrar los esfuerzos hasta de catorce o quince oficios distintos.

La encuadernación. —

Una vez impresos, los libros pasan al taller de encuadernación. Su maquinaria es muy compleja: guillotinas para cortar el papel, cizallas planas y circulares para el cartón, máquinas para coser libros y plegar hojas, etc. En las grandes instalaciones hay máquinas que automáticamente ordenan los pliegos de que se compone un libro; otras, forran con tela las



Un miniaturista iluminando a mano estampas para libros. (De una vieja estampa)

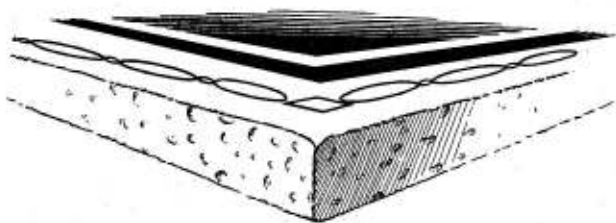
tapas, esto es, las *cubren* y las pegan al libro. Son verdaderas maravillas del ingenio mecánico.

El dorado, repujado y decorado de ricas pieles, a mano, para forrar libros de gran valor, son una rama importante y muy noble de la encuadenación.

La litografía. — El procedimiento de impresión litográfica fué descubierto por Senefelder, nacido en Praga en el año 1772. Este sistema de imprimir ha evolucionado muy lentamente. En nuestros días alcanza rara perfección. La piedra litográfica, compuesta casi totalmente de carbonato de cal, es muy permeable.

El procedimiento de impresión litográfica es el siguiente:

Se traza sobre una piedra litográfica un dibujo cualquiera, por medio de un compuesto de grasa o resina; después de seco, se pasa por toda la superficie una esponja empapada de



La piedra litográfica es lisa, el dibujo que sirve de molde de impresión está constituido por tinta grasa

una solución de ácido y agua gomosa, dejándola secar también. Luego se lava la preparación y toda la tinta del dibujo. Entonces, mientras está húmeda la piedra, se le pasa por encima un rodillo saturado de tinta de impresión. La tinta

sólo tomará en la parte grasa del dibujo; la parte sin dibujar la rehusará.

La superficie de impresión es lisa; la piedra no tiene ningún saliente apreciable: la tinta que se adhiere al dibujo constituye una capa de ligerísimo espesor.

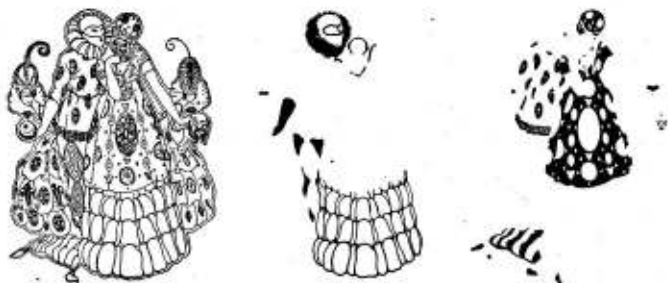
En litografía se emplean piedras y planchas de zinc o de aluminio; el zinc tiende cada día más a reemplazar las otras materias.

Cuando una plancha o piedra ha servido, el dibujo se borra por medios mecánicos; a esta operación se la llama *apomazar*. Para dibujar al lápiz las piedras se preparan *graneándolas*. El *lápiz litográfico* es un compuesto de grasa y negro de humo, y la tinta que emplean los dibujantes litógrafos, para trabajar en la piedra o planchas, es también de composición grasa.

Cómo se ejecuta una litografía en colores. —

El croquis original es obra de artistas pintores, muchas veces especialistas. El dibujante litógrafo, mediante un papel adecuado, muy transparente, *calca* el original hasta en sus más mínimos detalles; este calco se reproduce en una plancha, y de ésta, sacando pruebas, se pasa a otras tantas planchas como colores exija la reproducción. En cada una de ellas se dibuja un color (el amarillo, por ejemplo), únicamente en el lugar correspondiente, indicado por el calco. Terminadas todas las planchas, se imprimen por orden: el amarillo, el rojo, el rosa, el azul, etc. y como todos los detalles y manchas coinciden exactamente superpuestos o yuxtapuestos, dan por resultado el *chromo* litográfico. Los carteles de anuncio litográficos alcanzan a veces dimensiones considerables. Este es el

LAS DIVERSAS FASES DE UN TRABAJO LITOGRÁFICO



La primera figura es el calco total, que sirve para dibujar con exactitud cada color en su lugar correspondiente. La segunda figura corresponde exclusivamente al color amarillo, y la tercera al rojo



La primera figura es la exclusiva al color azul; la segunda al gris fuerte, y la tercera al bistro. El conjunto de estas planchas, impresas superponiéndolas con toda exactitud, da como resultado el «cromo»

procedimiento con el cual se ejecutan los mayores trabajos en colores.

Las máquinas de imprimir litográficas están compuestas fundamentalmente por un cilindro que coge el papel y lo pasa sobre la plancha litográfica, y un sistema de rodillos de tintaje.

La fototipia. — Es un procedimiento litográfico que emplea placas de cristal deslustrado, preparadas mediante un compuesto de gelatina y bicromato. La fototipia se vale exclusivamente de clichés fotográficos para preparar las placas de imprimir.

Aguafuerte y talla dulce. — El *aguafuerte* es un procedimiento de arte, empleado desde muy lejanos tiempos y cultivado por grandes genios, como Alberto Durero y Goya, y muy en boga en nuestros días. Consiste en una plancha de cobre o de acero, cuya cara pulimentada se recubre con una preparación a base de cera o cosa semejante. El artista, directamente, con un buril de acero, raya esa preparación, y una vez terminada la obra la ataca con un ácido que sólo roe el trazo dibujado. Lavada luego la plancha, se calienta ligeramente y se entinta por completo; después se limpia con un trapo de gasa o seda, y haciendo pasar la plancha y el papel por entre dos potentes cilindros, se obtienen las bellas pruebas llamadas *aguafuertes*. La lentitud y la habilidad necesarias al operador, que necesita ser un buen artista, hacen que no resulte posible emplear industrialmente este procedimiento, a pesar de ser el más regio y noble de las artes gráficas. El mismo procedimiento, algo industrializado, es lo que se llama *talla dulce*; pero requiere equipos de especialistas y máquinas especiales. Con él se edita el papel moneda de algunos países (los billetes del Banco de España, por ejemplo); su perfección es grande.

Los talleres. — El conjunto de un taller de artes gráficas varía en sus mecanismos y organización, según la clase de

trabajo a que se dedica. El destinado a la publicación de un gran periódico o revista, instala la maquinaria necesaria para un solo tamaño de publicación, concordando el de sus máquinas rotativas, plegadoras, etc. El de litografía que se dedica a carteles murales, dispone de una máquina o varias de gran tamaño, las prensas a mano, planchas de zinc, etc. Muchos talleres están solamente destinados a reproducciones fotomecánicas y no poseen máquinas de imprimir.

Un tipo de talleres muy corriente es el conjunto de artes gráficas, en el cual se instalan todos los oficios y maquinaria necesarios, organizados por secciones con jefes expertos.

Estos talleres reciben las primeras materias (papel y tinta, etcétera), y producen en todas sus partes los libros, revistas, documentos, etiquetas, y la infinita variedad de impresos exigida por la vida moderna.



El automóvil

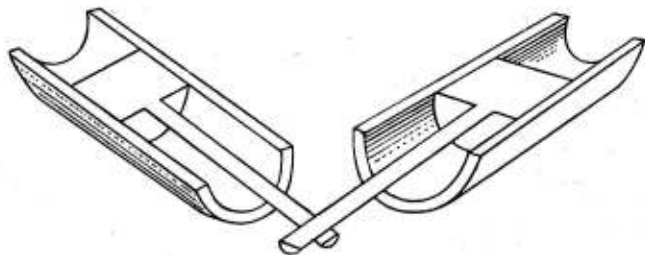
El origen de los motores de explosión. — El motor actual de explosión, que se emplea en el automovilismo, en la aviación, en la marina y para usos industriales y agrícolas, tuvo origen en el motor a gas, al cual la industria de hace algunos años dió abundante empleo. Diversos inventores contribuyeron al perfeccionamiento del motor de explosión a gas, en especial el francés Lenoir, en 1860, y el profesor alemán Otto, que dió un carácter práctico al invento. Beau de Rochas, en Francia, inventó el *ciclo de cuatro tiempos*, base de los actuales motores a esencia.

El primer automóvil que pudo efectuar un recorrido aceptable, hacia 1897, fué un coche Panhard-Levassor, conducido por el mismo fabricante; batió el circuito París-Marsella (1.700 kilómetros) a la máxima velocidad de 32 kilómetros por hora.

En el año 1903, en la carrera París-Madrid, pudieron efectuarse velocidades de 120 kilómetros por hora. Hacia el año 1906, en las carreras bien organizadas se corría a *promedio* de 120 kilómetros por hora.

En los últimos años, la industria automovilista ha tomado tal incremento y la perfección de los metales ha llegado a tan alto grado, que se han podido alcanzar velocidades de unos 400 kilómetros por hora.

Para poder construir motores capaces de tal esfuerzo, ha sido necesario el progreso de toda la industria metalúrgica y

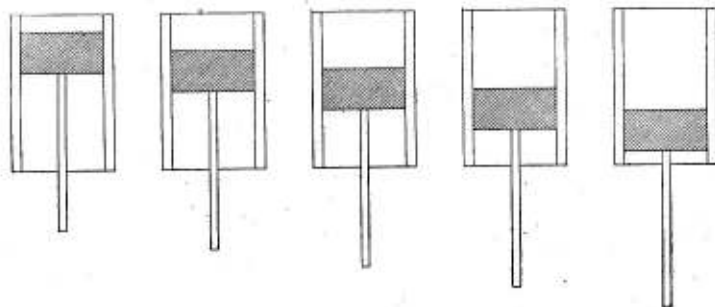


Esquema núm. 1. — Un cilindro cortado por la mitad, mostrando el pistón y la biela (1)

el perfeccionamiento de los neumáticos para automóviles, sin los cuales el motor no habría podido ser utilizado en todo su rendimiento.

El número de automóviles en circulación aumenta de día en día, existiendo países como los Estados Unidos de América, que cuentan con un coche automóvil por cada 6 habitantes. Una sola fábrica de aquel país ha llegado a lanzar al mercado 2.000.000 de coches por año. Los automóviles de las fábricas españolas figuran entre los primeros del mundo por su calidad.

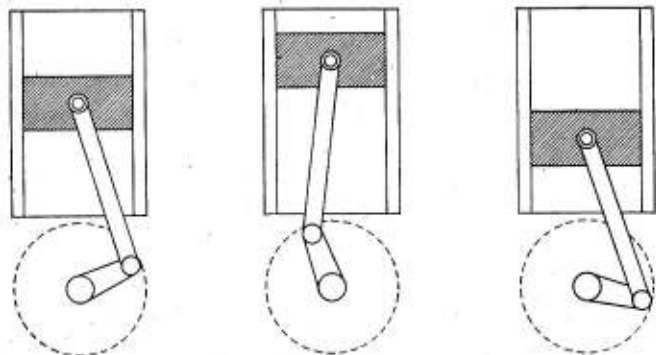
(1) Los dibujos que ilustran este artículo no representan la estructura mecánica real de las piezas, sino su forma esquemática muy simplificada, para facilitar la comprensión.



Esquema núm. 2. — Cortes transversales de un cilindro, mostrando las diversas posiciones del pistón

Cómo funciona un motor de automóvil. — La parte principal del motor de explosión que se emplea en los automóviles, es el *cilindro*: en principio, un tubo metálico cuyas paredes son perfectamente lisas.

El cilindro contiene un *pistón* (pieza ajustada al diámetro interior del cilindro) que se desliza a semejanza de una bala por el cañón de un fusil.



Esquema núm. 3. — El grabado muestra cómo la biela, movida por el pistón, hace dar vueltas a la manivela llamada cigüeñal

Cortando imaginariamente un cilindro por la mitad, podremos estudiar y explicar su funcionamiento (esquema núm. 1).

El pistón lleva una barra articulada (cuyo detalle no se representa), que al subir y bajar el émbolo, dentro del cilindro, sigue su movimiento.

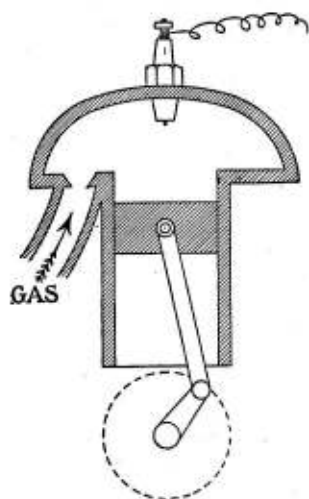
En el extremo de esta barra, llamada *biela*, va unida una manivela giratoria. La biela funciona como la pierna de un ciclista, y la manivela como el pedal de una bicicleta (esquema núm. 3).

Al bajar el pistón, empuja la biela, y ésta hace dar vueltas a la manivela llamada, en el motor de explosión, *cigüeñal*; éste da una vuelta entera mientras el pistón sube y baja una vez.

Por lo tanto, bajando el pistón y volviendo a subir, produce sobre el cigüeñal un movimiento giratorio continuo, que dura hasta que se inmovilice el pistón.

La parte superior del cilindro está cerrada, y por uno de sus lados comunica con un tubo por el cual acude un gas inflamable producido por la *bencina* (esencia de petróleo o gasolina), como indica el esquema número 4.

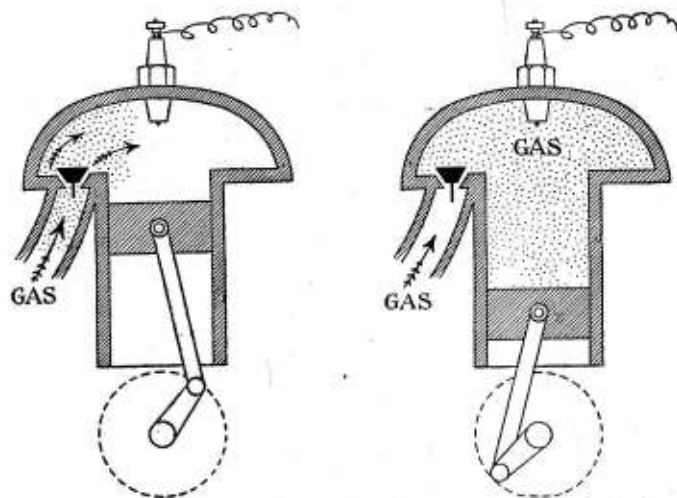
Al bajar el pistón arrastrado por la biela, acciona como una bomba, aspirando el gas que entra por el tubo antes citado.



Esquema núm. 4. — Tubo por donde entra el gas, y cámara de explosión encima del cilindro

Las válvulas. — Una vez lleno de gas el cilindro, al subir de nuevo el pistón lo arrojaría fuera. Para que esto no suceda, en la parte donde el tubo del gas se une con el cilindro hay una especie de tapón que permite entrar al fluido, y una vez dentro, no le deja salir. A estos tapones mecánicos se les llama *válvulas*.

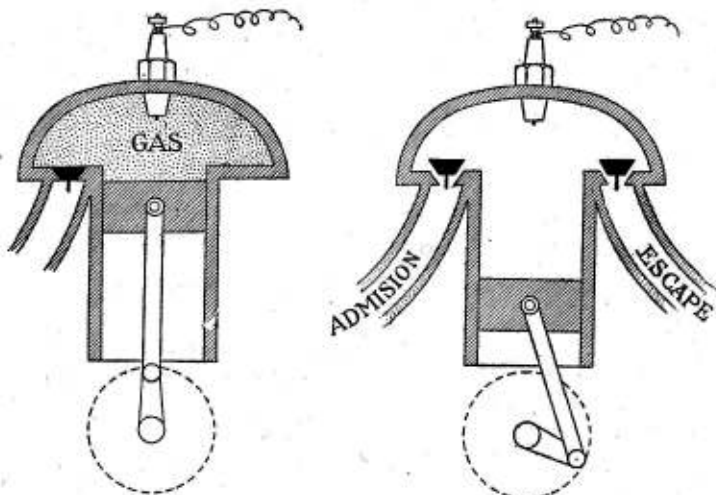
Al ascender el pistón, comprime fuertemente al gas apisionado en el cilindro; y cuando esta compresión llega a su máximo, se provoca la *explosión del gas inflamable*, mediante una chispa eléctrica que salta entre dos puntos de una *bujía* (más adelante se explica este mecanismo).



Esquema núm. 5. — A la izquierda, el cilindro empieza a llenarse de gas (indicado por puntitos negros); a la derecha, está ya completamente lleno

La parte del cilindro donde esto ocurre y en la cual se establece la bujía, se denomina *cámara de explosión*.

La fuerza enorme de ésta, obrando como un cartucho de fusil, obliga al pistón a bajar violentamente, y entonces, por medio de la biela, hace girar el cigüeñal. Además de la válvula que sirve para regular la entrada del gas (*válvula de admisión*), el cilindro tiene otra llamada de *escape*.

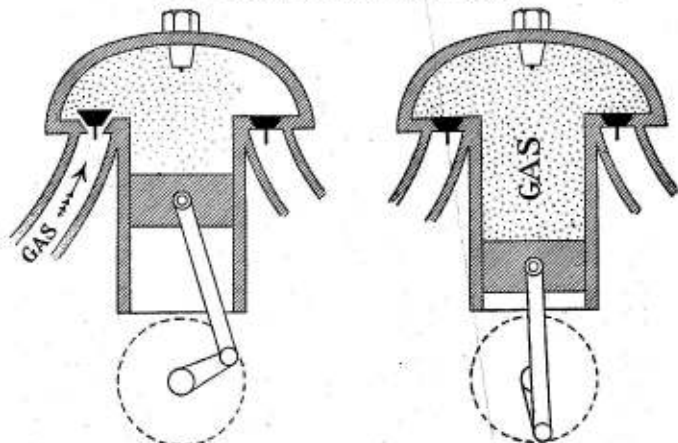


Esquema núm. 6. — El pistón ha comprimido el gas que llena el hueco de la cámara de explosión

Esquema núm. 7. — Además de la válvula admisora, el cilindro posee la de escape, que sirve para evacuar los gases que han hecho explosión

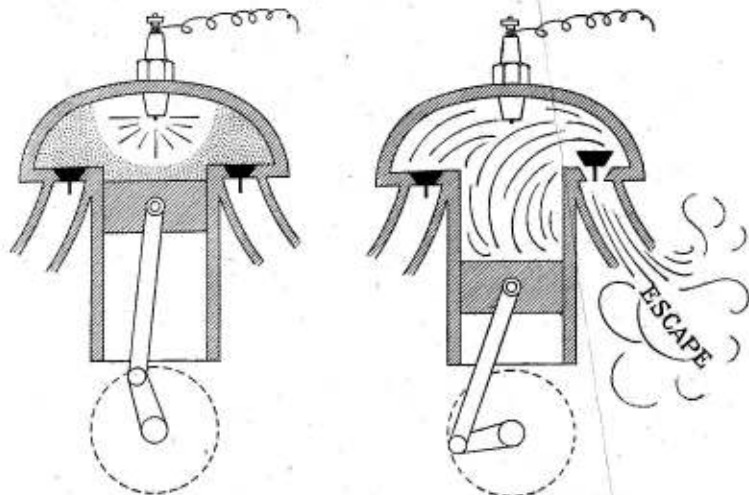
Cuando el pistón empieza a subir después del descenso provocado por la explosión, la válvula admisora continúa cerrada, pero se abre la válvula de escape y los gases sobrantes, todavía inflamados, salen al exterior, a lo largo de un tubo. En el extremo de este *tubo de escape* es donde se producía el ruido peculiar de los antiguos automóviles, tan

LOS CUATRO TIEMPOS DEL MOTOR



Esquema núm. 8. — El cilindro aspira el gas. La válvula de admisión está abierta y la de escape cerrada (Admisión)

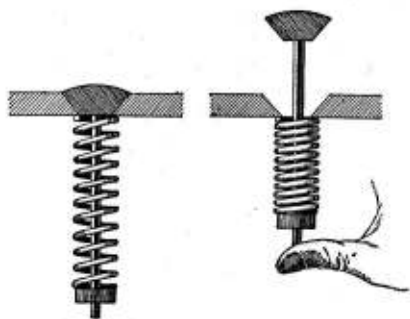
Esquema núm. 9. — El cilindro empieza a comprimir el gas. Las dos válvulas están cerradas (Compresión)



Esquema núm. 10. — El pistón ha comprimido el gas que estalla al saltar el chispazo de la bujía. Ambas válvulas están cerradas (Explosión)

Esquema núm. 11. — Después del empuje violento de la explosión, el pistón vuelve a subir y arroja fuera los gases quemados. La válvula de escape está abierta, la de admisión cerrada (Escape)

estruendoso y molesto. Los automóviles modernos ahogan este ruido por medio de un aparato llamado *silencioso*.



Esquema núm. 12. — La válvula, cuando descansa en su asiento, cierra herméticamente. Empujando el extremo inferior del vástago, la válvula se abre.

Después del escape, se abre otra vez la válvula de admisión, y así indefinidamente.

Las diversas operaciones que se producen en el motor, pueden resumirse en cuatro, llamadas *tiempos*:

Aspiración. Cuando el cilindro se llena de gas aspirado por el pistón que baja.

Compresión. Cuando sube el pistón y comprime el gas.

Explosión. Cuando baja el pistón, empujado por la enorme expansión del gas inflamado.

Escape. Cuando el pistón asciende, expulsando los gases quemados.

De lo dicho se desprende que, para cumplir estos *cuatro* tiempos, son necesarias *dos* vueltas completas del cigüeñal; al conjunto se le llama *ciclo*.

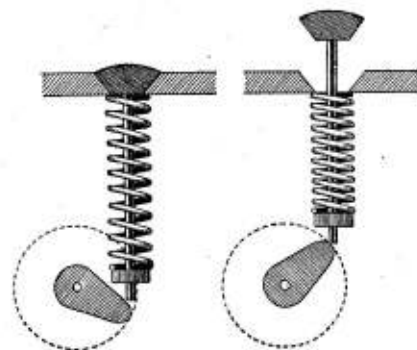
Cómo funcionan las válvulas. — Las válvulas son de extrema importancia, porque constituyen el mecanismo que *administra* el motor. Su tarea de abrir y cerrar el paso a los gases durante el tiempo estrictamente necesario, debe ser ejecutada con absoluta precisión. Las válvulas de empleo corriente son abiertas por un meca-

nismo que las empuja, y cerradas por un muelle en tensión constante.

En el esquema número 12 el muelle obliga a la válvula a apoyarse en su asiento (un orificio con los bordes en bisel). Para que la válvula se abra, precisa empujar la punta de su vástago, llamado *pie de válvula*, con suficiente fuerza para vencer la resistencia del muelle. La acción del pulgar dibujado en el esquema, en los motores se suple por una palanca giratoria de forma almendrada, que se distingue con los nombres de *leva* o *excéntrica* (esquema núm. 13). La leva está calculada para que en su rotación abra y cierre la válvula, dejando cierto espacio entre ambas operaciones.

Todas las válvulas de un motor tienen su leva correspondiente, montada sobre un eje cuya rotación está provocada por el cigüeñal, mediante una rueda dentada.

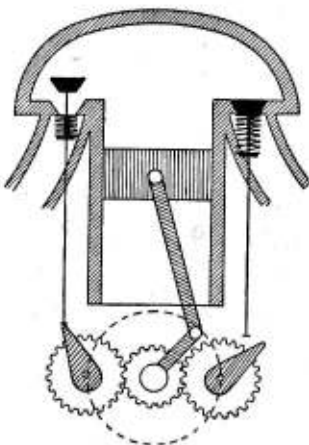
El esquema número 14 reúne el conjunto de los diversos mecanismos que hemos tratado de explicar. En esta figura la válvula de admisión está abierta, la de escape cerrada, y el pistón comienza a aspirar el gas.



Esquema núm. 13. — El mecanismo de abrir la válvula es una leva o excéntrica. El cierre lo produce la misma fuerza del muelle espiral.

Motores con varios cilindros. — De las anteriores explicaciones se puede deducir que el motor sólo produce *fuerza* en uno de los cuatro tiempos que forman su ciclo,

al, igual que un cañón de artillería antiguo, que después de disparar hay que limpiarlo (*escape*), cargarlo con pólvora y bala (*admisión*), atacarlo (*compresión*) y volver a disparar (*explosión*). Siguiendo este símil, es indudable que con una batería compuesta de cuatro cañones, se podría a un tiempo (con personal suficiente) limpiar uno, cargar otro, atacar el tercero y disparar el cuarto, de lo que resultaría un tiro muy regular y continuo.



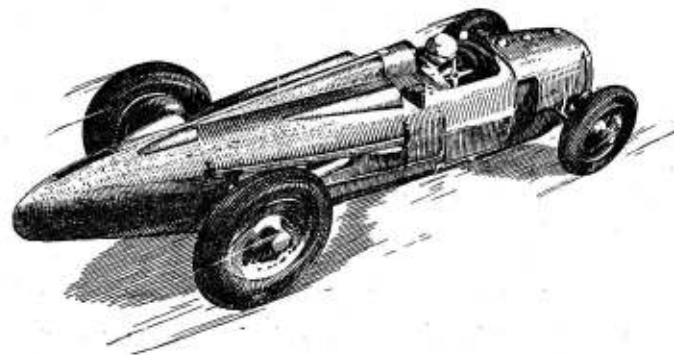
Esquema núm. 14. — Conjunto del cilindro con sus válvulas y las levas y engranajes que las mueven

Para conseguir estos mismos efectos con los motores de explosión, se aumenta el número de cilindros cuyas bielas empujan el mismo cigüeñal, que está combinado con las válvulas de manera

que cada cilindro complemente el trabajo de su similar. De un modo análogo, cuando un ciclista hace avanzar su bicicleta pedaleando con los dos pies, su esfuerzo es equivalente a un motor de dos cilindros. Si el ciclista quisiera hacer el mismo camino pedaleando con un solo pie, le sería muy difícil. El hombre de la bicicleta ejerce sobre el pedal de su máquina una presión continua y uniforme, que depende de su voluntad y es tan enérgica al principio como al final de la vuelta completa que da la rueda dentada, mientras que el motor de explosión sólo funciona a intervalos y produciendo verdaderas sacudidas de una manera brutal; de suerte que, para regularizar en lo posible su esfuerzo, han debido adoptarse motores

de cilindros múltiples, a veces en número de doce. El más generalizado es el motor de seis cilindros. Muchos automóviles lujosos se construyen con ocho cilindros. Los de doce cilindros se aplican más comúnmente a la aviación, y los de uno y dos cilindros a las motocicletas y los *cicle-cars*.

Cómo se pone en marcha un motor. — El motor parado e inerte necesita un impulso exterior para ponerlo en marcha. Los motores de automóvil poseen, en la parte delantera del carruaje, una *manivela* que engrana con el cigüeñal por medio de un enganche voluntario. Esta mani-



Un automóvil construido para correr a grandes velocidades en la pista de un «Autodromo»

vela es la que maniobra el mecánico o *chofer*, haciendo, a fuerza de puños, que el cigüeñal dé vueltas, aspire el gas, lo comprima; es decir, todas las operaciones más arriba explicadas. Una vez el motor, gracias a ese esfuerzo externo, ha dado una o varias explosiones, se pone en marcha. Aparte de



Un campeón del volante

esta manivela, los automóviles disponen de un sistema eléctrico de *arranque*; así el esfuerzo que debía hacer el chofer sobre la manivela, lo realiza un pequeño motor eléctrico movido por acumuladores.

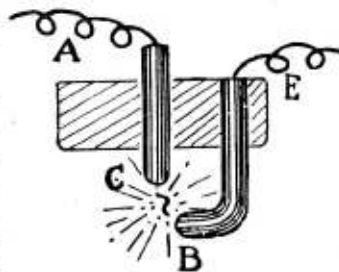
Cómo se produce la explosión. — El mecanismo que provoca la explosión de los gases en el interior del cilindro, se llama *encendedor* o *alumaje*, y su acción se reduce a producir en la cámara de explosión (parte superior del cilindro) una chispa eléctrica, por medio de un dispositivo especial, la *bujía*. Ésta produce el chispazo porque la corriente eléctrica que pasa sobre ella se ve obligada a saltar entre dos puntas. Ocurre una cosa semejante, que todos habrán observado, al paso de los tranvías eléctricos. Mientras el *trolley* se desliza por el cable y, por lo tanto, la corriente eléctrica

no tiene interrupción, no se produce chispeo; pero al pasar el carruaje por los *desvíos* y los puntos de sostén del cable, el *trolley* se separa un poco de éste; sucede entonces que la corriente, como si dijéramos, *quiere continuar*, y al encontrarse cortado su camino conductor, salta en forma de chispas en el espacio vacío.

La bujía está calculada de modo que sus puntas separadas sean a propósito para que la corriente pase de una a otra saltando en el aire y produciendo una pequenísima e intensa chispa.

Si se supone (esquema núm. 15) que la corriente eléctrica viene por el hilo A, al llegar a la punta C encontrará cortado el camino y tendrá que saltar en el aire hasta la punta B, para continuar hacia E.

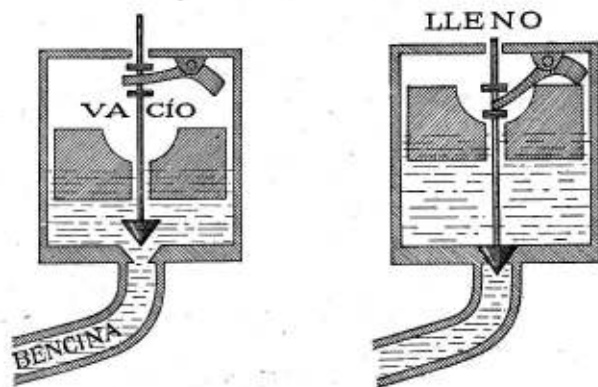
El momento matemático en que el pistón del cilindro está en su punto de máximo avance, la cámara de explosión llena de gas comprimido y cerradas las válvulas, es el oportuno para incendiar la masa de fluido. Al hacerlo, la presión aumenta de un modo enorme, comprimiendo todas las paredes de la cámara; pero como ninguna puede ceder, únicamente la parte baja, el pistón, que es a modo de un suelo movable, retrocede violentamente y empuja el cigüeñal por medio de la biela.



Esquema núm. 15.— Elementos de una «bujía» eléctrica: entrada y salida de la corriente, y puntos donde salta el chispazo

Si el chispazo se reproduce a deshora, haría volver atrás el pistón antes de tiempo y se perdería parte de la presión.

La corriente necesaria para que funcionen las bujías, la suministra generalmente un aparato eléctrico llamado *magneto*, movido por la misma rotación del motor. Es como si



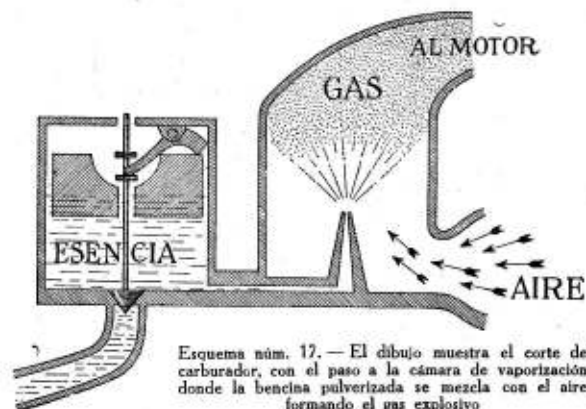
Esquema núm. 16. — Nivel constante del carburador. Una válvula abre paso a la bencina, mediante un contrapeso movido por la palanquita visible en la parte superior del esquema. Cuando la boya o flotador asciende, empujada por el líquido (dibujo de la derecha), anula el contrapeso y cierra la válvula

dijéramos una minúscula central eléctrica, cuya teoría y funcionamiento no cabe explicar en este artículo.

También se usan otros complicados sistemas encendedores.

Cómo se produce el gas de bencina. — Los automóviles llevan la bencina líquida, o esencia de petróleo, en un *depósito cerrado*. Para convertir la bencina líquida en gas explosivo, los motores *llevar* un pequeño aparato llamado *carburador*. Este aparato puede compararse, por sus efectos, a un vaporizador o perfumador de los que usan las señoras,

en los cuales, apretando una pera de goma, el perfume líquido, al salir pulverizado finalmente, se mezcla con el aire. El



Esquema núm. 17. — El dibujo muestra el corte del carburador, con el paso a la cámara de vaporización, donde la bencina pulverizada se mezcla con el aire, formando el gas explosivo

perfumador funciona por la *presión del aire*, y el carburador al revés, vaporiza por *succión* o aspiración del motor.

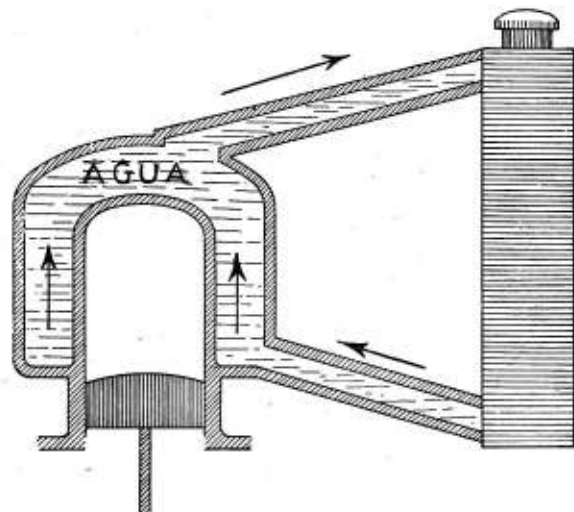
El carburador consta de dos compartimientos con distinta finalidad: el recipiente, llamado *nivel constante*, y la *cámara de vaporización*. El recipiente, que recoge la bencina llegada



Esquema núm. 18. — Diversas posiciones de la llave de paso o «mariposa» que permite el acceso del gas ya formado a los cilindros. Esta llave actúa como las que se colocan en los tubos de las estufas y hogares

del depósito, contiene un flotador o boya, y una válvula que cierra automáticamente cuando el nivel se ha llenado, y abre cuando empieza a vaciarse (esquema núm. 16). Este automa-

tismo es necesario porque el motor, según su esfuerzo, consume en cada momento una cantidad diferente de gas, y por otra parte la proporción en que han de mezclarse la bencina y el



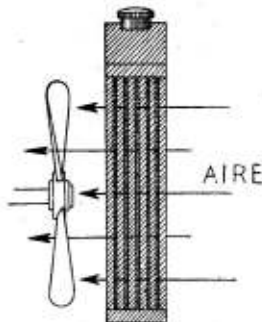
Esquema núm. 19. — El grabado muestra el cilindro rodeado de una doble cubierta llena de agua. Un tubo va a parar a la parte baja del radiador, y otro al extremo superior. Al calentarse el agua se dilata y sube por sí sola, mientras la enfriada desciende. Este sistema es el llamado de «termosifón». En muchos motores la circulación del agua se efectúa por medio de una bomba

aire, para producir gas, son casi siempre iguales, o sólo varían según las condiciones atmosféricas.

Del depósito de bencina (nivel constante), el líquido pasa a un segundo compartimento (cámara de vaporización), donde se halla dispuesto el mechero u orificio (uno o varios) por el cual el líquido al ser aspirado, sale en delgadísimo chorro y se mezcla con el aire, vaporizándose y convirtiéndose en gas (por término medio, entra un volumen

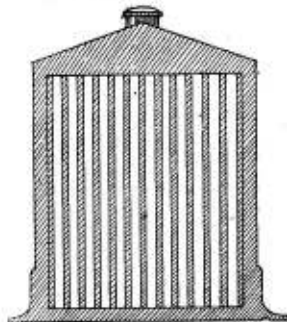
de gas puro por trece de aire). (Esquema núm. 17.)

Para graduar la velocidad del motor, haciendo más o menos frecuentes las explosiones en el cilindro (uno o varios), se aumenta o disminuye la entrada de mezcla explosiva en ellos; a tal efecto, los carburadores tienen una llave de paso, colocada entre la cámara de formación de gas y el cilindro (esquema núm. 18), y esta llave gradúa sutilmente el volumen de gas, y, por lo tanto, la velocidad del motor.



Esquema núm. 20. — Corte de un radiador, visto de perfil, y circulación del aire mediante la aspiración de una hélice

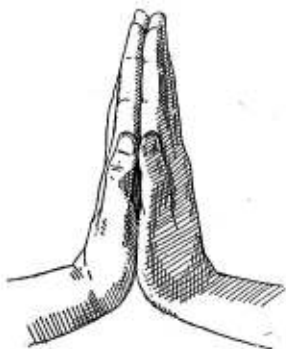
La refrigeración. — Las continuas explosiones del motor (algunas dan más de 2.000 por minuto), que ya hemos comparado con el disparo de un arma, producirían un gran calentamiento en los cilindros hasta llegar a ponerlos al rojo. Esto imposibilitaría el funcionamiento del motor; para evitarlo, generalmente se dispone que el cilindro esté rodeado de una doble envoltura, y el espacio libre entre ambas va lleno de agua (esquema número 19). Pero el agua también se calentaría, convirtiéndose en vapor seguramente; y para que esto no suceda, es necesario hacer que circule pasando del cilindro al radiador.



Esquema núm. 21. — En principio, el radiador está compuesto de delgadísimos tubos verticales, entre los que pasa el aire. La forma externa del radiador, visto de frente, es lo que presta más «fisonomía» al automóvil

El agua también se calentaría, convirtiéndose en vapor seguramente; y para que esto no suceda, es necesario hacer que circule pasando del cilindro al radiador.

Este aparato en principio está formado por un depósito compuesto de delgadísimos tubos, entre los cuales circula una corriente de aire. Ésta proviene de la marcha misma del automóvil, y está aumentada por una hélice dispuesta en el interior del aparato, que absorbe el aire aunque el carruaje vaya despacio o esté parado (esquemas números 20 y 21).



Esquema núm. 22. — Colocando las manos una contra otra...

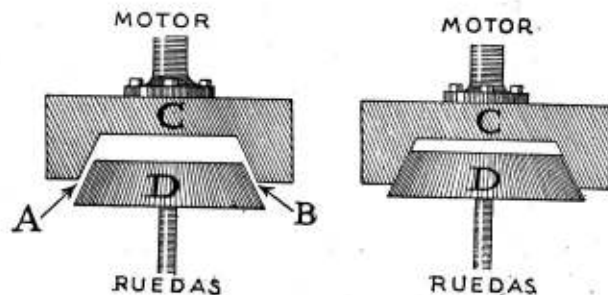
El agua llega caliente a la parte alta del radiador, y se divide en sutiles hilillos al descender por los tubitos enfriados por el paso del aire. Por lo tanto, el agua que sirve para la refrigeración de un motor de auto-

móvil es siempre la misma. Sale caliente del motor (aproximadamente a 90°), se refresca en el radiador y vuelve a los cilindros. Pero como paulatinamente se evapora una cierta cantidad de ella, hay que renovarla con frecuencia. En los motores muy pequeños, como los de motocicleta, para la refrigeración se emplea únicamente la corriente de aire. En los motores marinos, el agua para la refrigeración suele tomarse del mar.

Cómo se interrumpe la marcha del automóvil sin parar el motor.— Un automóvil puede estar parado y con el motor funcionando. Para ello es necesario un dispositivo que permita aislar el motor del mecanismo de las ruedas, y unir éstas con aquél, a voluntad. Trataremos de explicar el principio en que se basa el *embrague* (que así se llama este

mecanismo), colocando las manos en la forma que indica el esquema número 22. Si no hacemos presión con los brazos, al emprender un movimiento de rotación con la muñeca de una mano, mientras conservamos inmóvil la otra, la primera se deslizará suavemente contra la segunda; pero si apretamos una mano contra la otra, la que está inmóvil será arrastrada por la que gira. Algo parecido a esto sucede con el embrague, que gira como la mano descrita, y según entre o no en contacto con el dispositivo de las ruedas, las arrastra o las deja paradas.

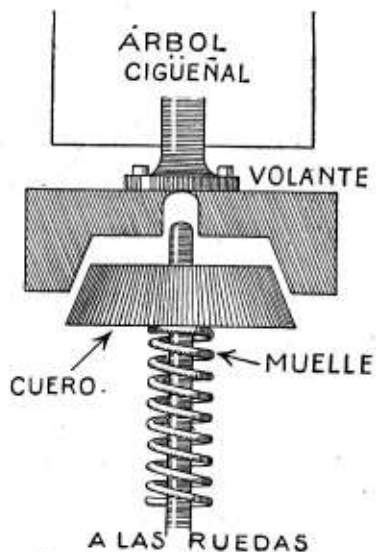
Existen diversos sistemas de embrague. Uno muy corriente y que se presta a explicarlo, es el que en principio representa la figura izquierda del esquema número 23. La comunicación entre el volante del motor y el mecanismo de



Esquema núm. 23. — A la izquierda el mecanismo está «desembragado», y a la derecha embragado, o sea para marchar el automóvil

las ruedas del automóvil, queda cortada mientras el cono D está separado de la pieza C por un espacio AB. Pero cuando las partes cónicas del volante C y del embrague D (figura de la derecha, en el mismo esquema) entran en contacto,

se traban de tal suerte que el volante C, al girar, arrastra consigo y a su misma velocidad al embrague D. Las zonas de contacto de ambas piezas se adhieren mediante el forro de cuero cuidadosamente torneado que lleva una de ellas. El embrague se gobierna por medio de un pedal, y el contacto se efectúa por medio de un resorte de presión (esquema núm. 24). Cuando se quita el pie del pedal, el muelle mantiene la adherencia.



Esquema núm. 24. — Conjunto del mecanismo de embrague

tanta importancia como la velocidad a que gira el cigüeñal, pues ésta representa la frecuencia de las explosiones que impulsan el volante, haciendo más o menos continuo el esfuerzo.

Por ejemplo: un motor que a *mil* revoluciones por minuto da *treinta* caballos de fuerza (1), si se le hace girar a *tres mil*

(1) La fuerza de los motores se cuenta por "caballos", tipo de medida adoptado universalmente, que representa la fuerza que se necesita para elevar un metro cúbico de agua a un metro de altura.

Para señalar en mecánica los caballos de fuerza, se usa la abreviatura HP, iniciales de las palabras inglesas *horse-power* (caballo-fuerza).

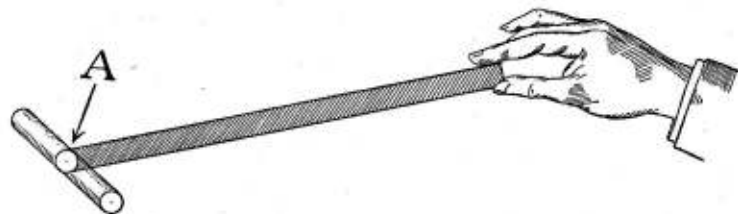
Cambio de velocidades.— En los motores de automóvil, la cantidad de gas que hace explosión (o sea cabida de los cilindros) tiene

revoluciones puede llegar a producir *noventa* caballos. Conocido este principio, podemos imaginar un automóvil corriendo por un camino llano, que le oponga poca resistencia, y girando el motor a su máxima velocidad de 3.000 revoluciones por minuto, que representan 90 HP. Si el auto encuentra una cuesta, que opone una resistencia mayor, ésta produce en el motor el efecto de un freno. El número de revoluciones va entonces disminuyendo, y la fuerza en caballos bajando a 80, 70, 50, etc.; de suerte que si la cuesta continuase aumentando y las revoluciones siguiesen disminuyendo, el motor de 90 HP quedaría reducido a cero. Para remediar estos inconvenientes, a los automóviles se les provee de un mecanismo llamado *cambio de*

marcha, cuya misión es hacer que el motor conserve el máximo de revoluciones, aunque aumente la resistencia opuesta al avance de las ruedas.



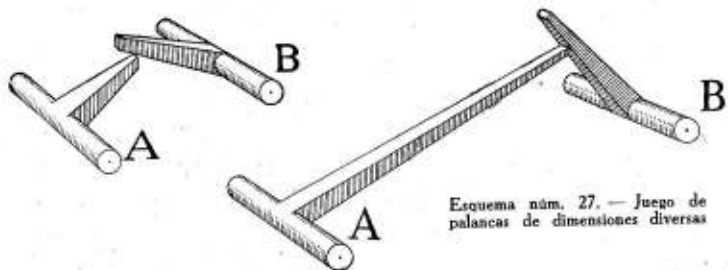
Esquema núm. 25



Esquema núm. 26. — Ejemplo de palancas cortas y largas

Esto se consigue por medio de ruedas dentadas, de diversos diámetros, que engranan y se combinan unas con otras. Las ruedas dentadas pueden compararse en su funciona-

miento con la acción de una palanca. Sabido es que una palanca es tanto más enérgica cuanto más larga sea, de manera que el esfuerzo producido sobre el extremo de una palanca repercutirá más o menos fuertemente en el otro, según sea mayor o menor la distancia entre ambos. Si el eje A del



Esquema núm. 27. — Juego de palancas de dimensiones diversas

esquema núm. 25 opone resistencia al girar, no podremos vencerla fácilmente con una palanca corta. En cambio, si la palanca es larga (esquema núm. 26), el mismo empuje empleado con la palanca corta bastará para la resistencia.

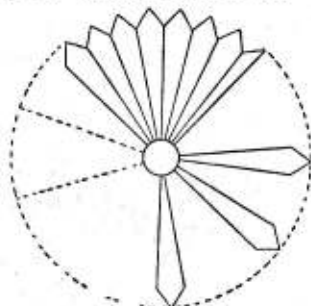
Si este experimento se ejecutase, no con la mano, sino con diversas palancas, para mover el eje A (esquema núm. 27, figura de la izquierda) la palanca corta necesitaría un esfuerzo mucho mayor que la palanca larga (figura de la derecha, en el mismo esquema), siendo iguales las dos BB.

Una rueda dentada puede considerarse formada por un haz concéntrico de palancas; cada diente es una palanca (esquema número 28) que entra en contacto con otra semejante, de modo que mientras dure la rotación hay siempre una palanca empujando a otra.

Si las dos ruedas dentadas son iguales, la rotación de sus correspondientes ejes será también igual. Es decir, si el

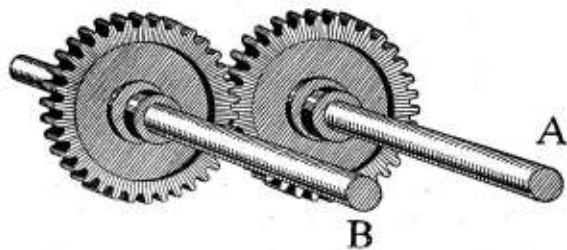
impulso llega por el árbol A, como las "palancas" son del mismo largo, el árbol B marchará a las mismas revoluciones que aquél (esquema núm. 29).

Cambiando el diámetro de las ruedas dentadas o haciendo que el número de dientes sea distinto de una rueda a otra (como indica el esquema núm. 30, en que el árbol A lleva una rueda pequeña C que engrana con otra mayor D), al dar vueltas a ambos ejes, con fuerza igual, pero en sentido contrario, la mano que hace girar el engranaje C arrastrará y dominará a la otra mano que empuña el engranaje D.



Esquema núm. 28. — Una rueda dentada es un haz de palancas

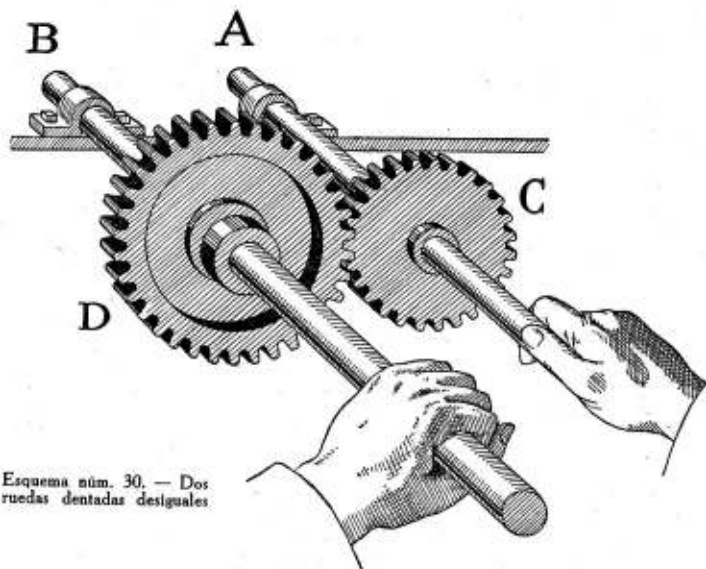
Supongamos una rueda dentada fija en el árbol cigüeñal del motor (esquema núm. 31); la rueda A dará las mismas vueltas que el motor, que para la explicación fijaremos en *m* por minuto. En el árbol de transmisión (llamado *cardán*) que pone



Esquema núm. 29. — Dos ruedas dentadas iguales

en movimiento al carruaje, fijaremos otra rueda dentada cuyo diámetro sea el doble del de la primera; el resultado será

que esta rueda del árbol de transmisión sólo dará la mitad de vueltas que da la del cigüeñal, esto es, *quinientas* por minuto. Al repartir la fuerza total del motor, este árbol, que da menos revoluciones, podrá vencer mayor resistencia.

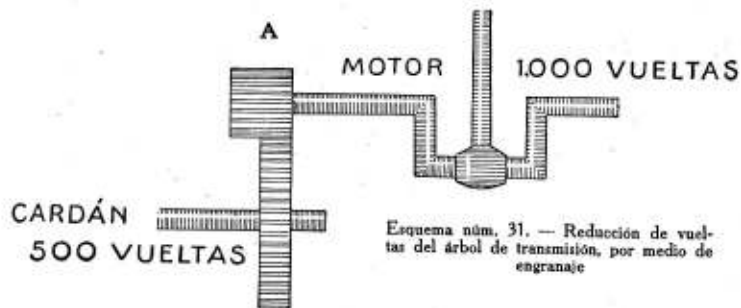


Esquema núm. 30. — Dos ruedas dentadas desiguales

Con la reducción de engranajes, el motor marcha de prisa y el automóvil relativamente despacio. Así, un motor que dé muchas revoluciones, puede arrastrar despacio un automóvil, aunque éste sea muy pesado (un camión, por ejemplo); pero para hacerle marchar de prisa (o sea sin reducción de engranajes), necesita mucha más fuerza.

La resistencia que un automóvil experimenta en su marcha depende del peso del carruaje, de las pendientes, el mal camino, el barro, la arena, etc.

El cambio de marcha dispone de varios *piñones* (nombre de las ruedas dentadas pequeñas), que permiten regular a voluntad el funcionamiento de aquél. Generalmente, el meca-

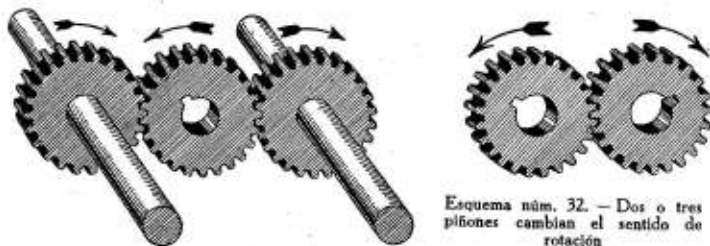


Esquema núm. 31. — Reducción de vueltas del árbol de transmisión, por medio de engranaje

nismo tiene cuatro grados: tres marchas distintas y marcha atrás, y va encerrado en una caja llena de grasa para su buen funcionamiento.

La *marcha atrás* sirve para que, andando siempre el motor en el mismo sentido, pueda el carruaje caminar hacia atrás.

La marcha atrás se consigue interponiendo un piñón entre



Esquema núm. 32. — Dos o tres piñones cambian el sentido de rotación

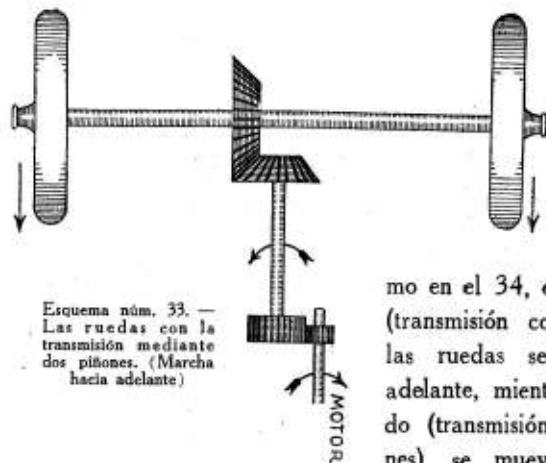
los que van fijos al árbol cigüeñal del motor, y el que lleva el *cardán*, o sea el árbol que transmite el impulso a las ruedas. Este piñón interpuesto, que se engrana a voluntad,

cambia el sentido de rotación de las ruedas. Los esquemas números 33 y 34 explican claramente el mecanismo de la marcha hacia adelante y atrás.

Girando siempre el motor en el mismo sentido, tanto en el esquema 33 como en el 34, en el primer caso (transmisión con dos piñones) las ruedas se mueven hacia adelante, mientras en el segundo (transmisión con tres piñones) se mueven hacia atrás.

En estos esquemas aparece sólo una parte del mecanismo destinado a transformar el movimiento de rotación entre dos ejes perpendiculares. En principio, este mecanismo se compone de un piñón angular, como indican los grabados, que engrana con una rueda dentada también angular. A esta rueda se la denomina *corona* (esquema núm. 35). El piñón angular es mucho más pequeño que la corona, y es el encargado de reducir de modo constante las revoluciones que el motor transmite a las ruedas, independientemente del cambio de marcha.

El diferencial. — Además del cambio de marcha y del cambio de dirección, es necesario al automóvil otro mecanismo, el *diferencial*, cuyo oficio es repartir la fuerza

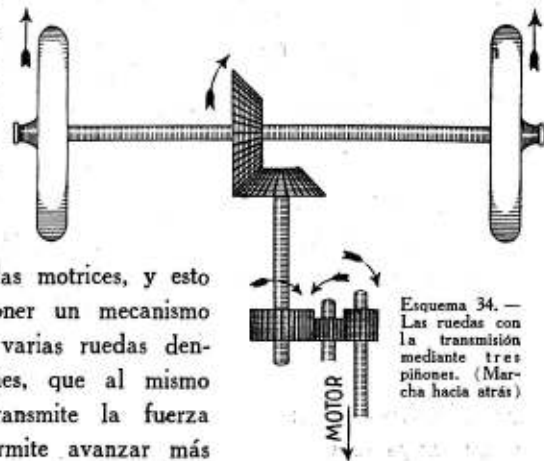


Esquema núm. 33. — Las ruedas con la transmisión mediante dos piñones. (Marcha hacia adelante)

del motor entre las dos ruedas motrices, que son las traseras.

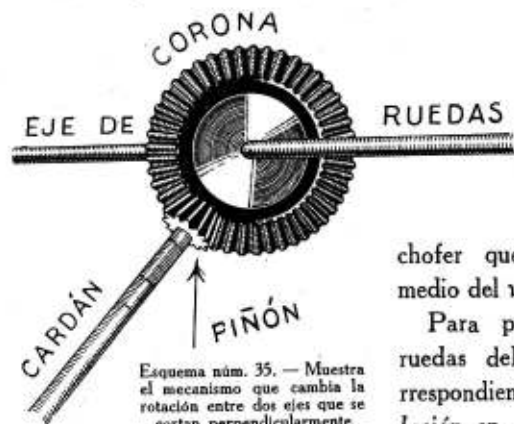
Cuando un carruaje común avanza en línea recta, sus ruedas giran con la misma velocidad, lo cual no sucede al pasar una curva del camino. Si fijamos la atención en un carruaje de dos ruedas, cuando dé una vuelta rápida observaremos que la rueda situada en la parte exterior de la curva gira más de prisa que la otra; en una curva muy pronunciada, ésta incluso puede quedar inmóvil. Exagerando los términos, puede decirse que las ruedas, al girar, describen una curva como los brazos de un compás. (Véase el esquema núm. 36.)

En un carruaje común, las ruedas giran libremente y cada una puede tomarse las vueltas que necesite; pero en el automóvil las ruedas que han de girar son precisamente las ruedas motrices, y esto obliga a disponer un mecanismo compuesto de varias ruedas dentadas y piñones, que al mismo tiempo que transmite la fuerza del motor, permite avanzar más una rueda que la otra. No explicaremos en detalle esta parte mecánica, porque su complicación es excesiva y para describirla sería necesario mostrarla en pleno funcionamiento.



Esquema 34. — Las ruedas con la transmisión mediante tres piñones. (Marcha hacia atrás)

Cómo se rige el automóvil. — Las ruedas traseras de un auto, son *motrices*; las delanteras se llaman *directrices*,

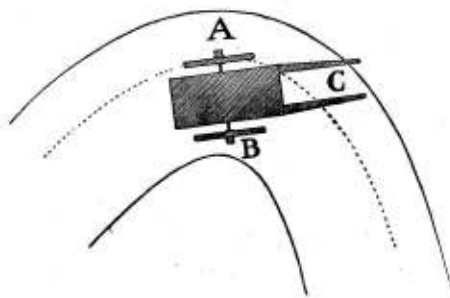


Esquema núm. 35. — Muestra el mecanismo que cambia la rotación entre dos ejes que se cortan perpendicularmente.

ya que, orientándolas en diversos sentidos, hacen que el vehículo se desplace con precisión, según la voluntad del chofer que las gobierna por medio del volante.

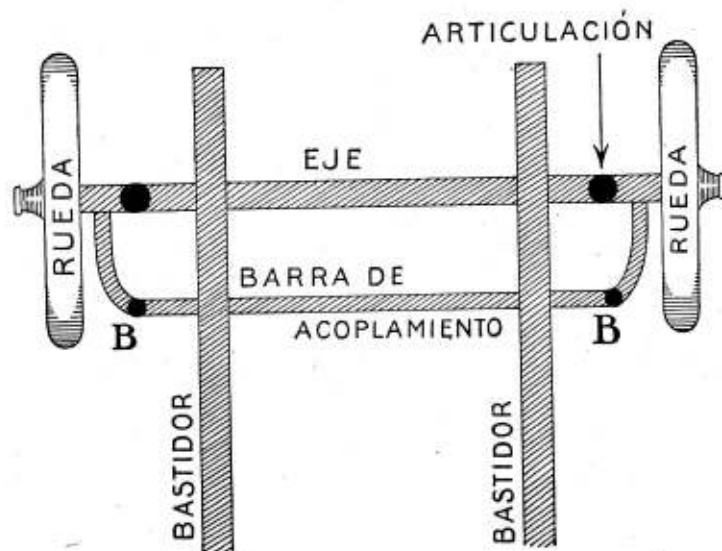
Para poder maniobrar las ruedas delanteras, su eje correspondiente tiene una *articulación* en cada extremo. Sobre

cada una de estas articulaciones va montada una rueda. Las articulaciones llevan unas palancas unidas por la *barra de acoplamiento* BB (esquema núm. 37); esta barra, al desplazarse, desvía las dos ruedas de una manera simétrica, a derecha e izquierda (esquemas números 38 y 39). La barra de acoplamiento va movida por el volante de dirección, mediante una palanca.

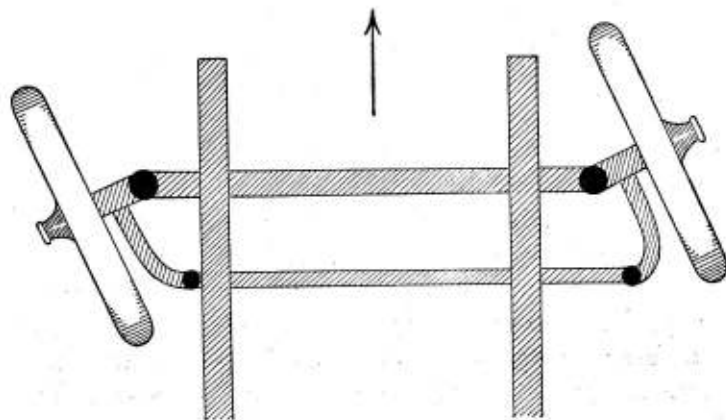


Esquema núm. 36. — Un carruaje de dos ruedas girando sobre una curva muy cerrada. La rueda A camina de prisa, mientras la B casi queda inmóvil. El tiro del carruaje se supone en C.

Los frenos. — Un automóvil en marcha

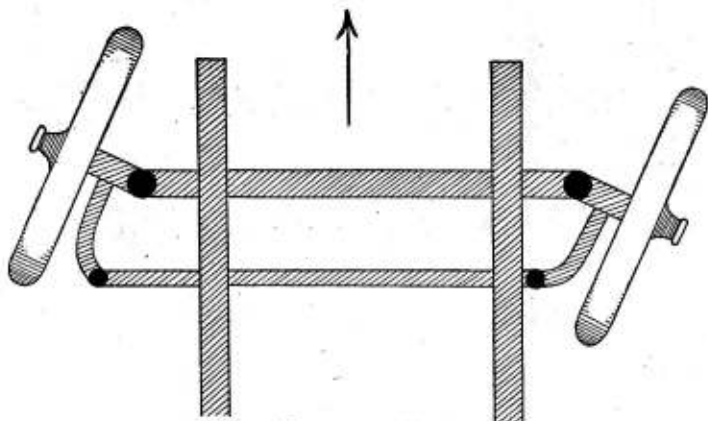


Esquema núm. 37. — El mecanismo para mover las ruedas de un automóvil.



Esquema núm. 38.

necesita un sistema de frenos que permita pararlo súbitamente. El freno de un automóvil es, en principio, lo mismo

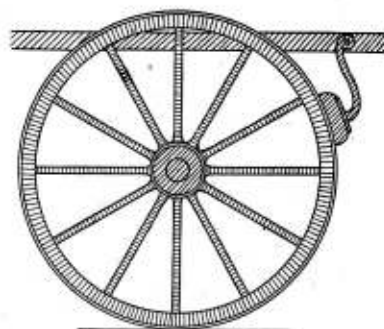


Esquema núm. 39

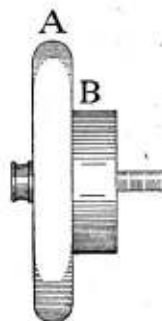
que el antiguo freno de un carruaje de tracción animal, basado en el rozamiento de un pedazo de hierro o madera sobre la llanta de la rueda (esquema núm. 40). Pero en los automóviles no es posible aplicar el freno sobre el neumático, porque éste se deterioraría rápidamente. Para evitar la instalación de un freno sobre la goma A (esquema núm. 41), la rueda va provista de un *tambor* B, cuya ancha superficie soporta el rozamiento de potentes frenos metálicos. El tambor va atornillado a los *radios* de la rueda R (esquema número 42); la circunferencia del tambor B lleva en su parte interior unas *mordazas* articuladas C, que al ensancharlas por medio de una leva o excéntrica D, se extienden, produciendo una presión muy fuerte que frena la rueda; a este mecanismo se le conoce por freno *interior*. Generalmente,

los automóviles llevan montado sobre el mismo tambor otro freno, el *exterior*, que en principio es una cinta de acero articulada B (esquema número 43), que al ser cerrada en los puntos AA oprime la circunferencia del tambor.

Casi siempre uno de los frenos se acciona con el pie, por medio de un *pedal*, y el otro con una *palanca de mano*. Hoy día casi todos los automóviles que se construyen llevan freno en las cuatro ruedas, pero todavía los hay con freno en las ruedas motrices solamente.



Esquema núm. 40. — Una rueda de carruaje de tracción animal, con su freno de «zapata»

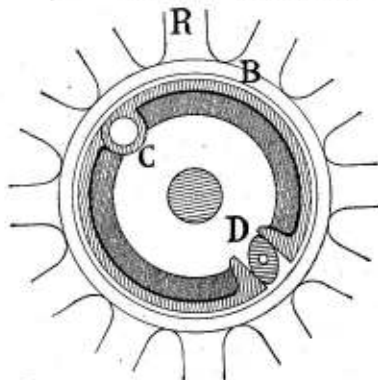


Esquema núm. 41. — La rueda de un automóvil, A, vista de perfil, con el tambor B, que se utiliza para instalar los frenos

Los muelles. — La *suspensión* es en el automóvil el sistema de resortes de acero colocados entre el *bastidor* o *chasis* (véase el esquema núm. 45) y los ejes. Estos resortes amortiguan las sacudidas que las desigualdades del terreno imprimen al carruaje. Los muelles del sistema de suspensión son muy variados, y en sus formas recuerdan los de los carruajes comunes. Su disposición más frecuente es la iniciada en los esquemas números 44 y 45.

El neumático. — En un vehículo de tracción animal, las ruedas tienen la misión de

sostener el peso del carruaje, que es remolcado por el tiro. En el automóvil, además de la función citada, empujan el



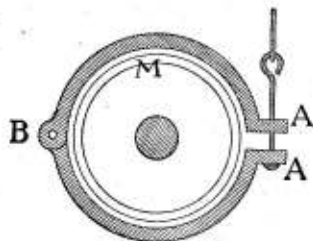
Esquema núm. 42. — Freno interior visto de frente, con sus mordazas

coche, es decir, *producen la tracción*; así es que las ruedas de un automóvil (las motrices) deben considerarse como si fueran ruedas de engranaje. Este efecto de engranaje lo obtienen, no con dientes, como las ruedas de hierro, sino por medio de la *adherencia* que les presta la materia en que están construídas: el caucho. La adherencia pro-

viene de que una parte de la goma se aplasta en contacto con el suelo, y así presenta un segmento aplanado (esquema núm. 49). Este segmento debe abarcar una parte considerable de la circunferencia del neumático, tal como muestra la figura A del esquema citado. Si la rueda sólo presentase un ínfimo contacto con el suelo, como en la figura B, resbalaría fácilmente y el automóvil no podría avanzar.

Además de su misión de engranaje, el neumático se adapta a las desigualdades del terreno: piedras, pequeños obstáculos, etcetera, como indica, exagerándolo, el esquema número 50. La llanta de hierro de un coche normal salta bruscamente

viene de que una parte de la goma se aplasta en contacto con el suelo, y así presenta un segmento aplanado (esquema núm. 49). Este segmento debe abarcar una parte considerable de la circunferencia del neumático, tal como muestra la figura A del esquema citado. Si la rueda sólo presentase un ínfimo contacto con el suelo, como en la figura B, resbalaría fácilmente y el automóvil no podría avanzar.



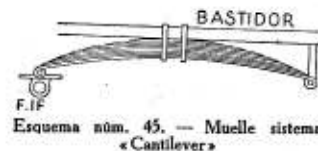
Esquema núm. 43 — Freno exterior

por encima de una piedra (esquema núm. 51); el neumático se amolda a ella.

La estructura de un neumático es en principio semejante a la de una pelota de *foot-ball*, que tiene una fuerte envoltura



Esquema núm. 44. — Muelle «semi-elíptico»

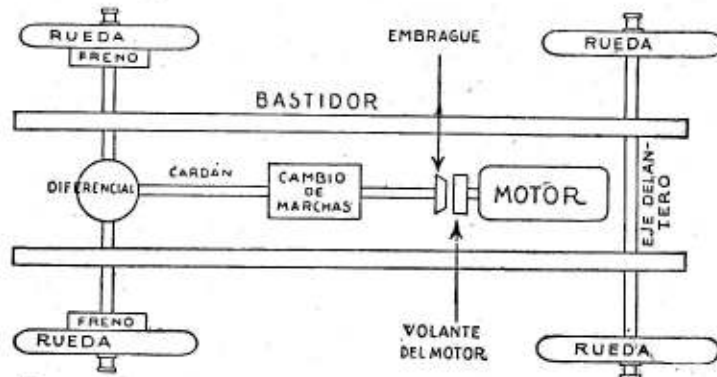


Esquema núm. 45. — Muelle sistema «Cantilever»

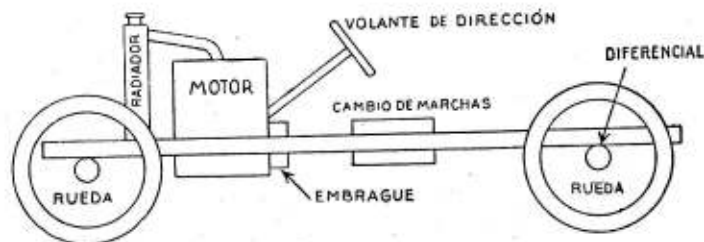
exterior, de cuero, para recibir los golpes, y un depósito interior y elástico, para aire comprimido.

La parte exterior del neumático se llama *cubierta*, y *cámara* el depósito de aire que posee una válvula especial para llenar y comprimir el fluido. La cubierta se fija a la *llanta*, por su propia presión, como sucintamente muestra el esquema número 52.

El neumático ha hecho posible la velocidad de los auto-

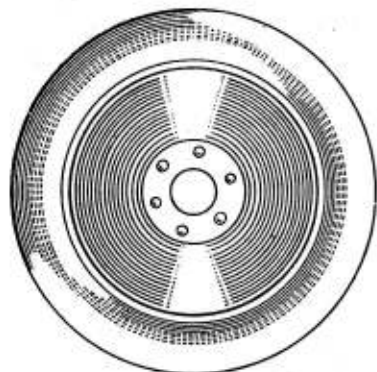


Esquema núm. 46. — Distribución de los elementos mecánicos que constituyen un automóvil



Esquema núm. 47. — Un «chasis» visto de perfil, indicando la situación de los mecanismos. Cada fabricante de automóviles tiene su modelo dotado de características especiales, pero en resumen todos los automóviles se componen de las piezas indicadas en este gráfico y el anterior

móviles con su adherencia, su adaptación al obstáculo y el amortiguamiento de vibraciones y choques. Cuando un automóvil va provisto de ruedas de caucho macizas (como determinados vehículos de carga, autocamiones, etc.), debe mantenerse a una velocidad limitadísima, y a pesar de ello todo el mecanismo se deteriora rápidamente por las vibraciones.

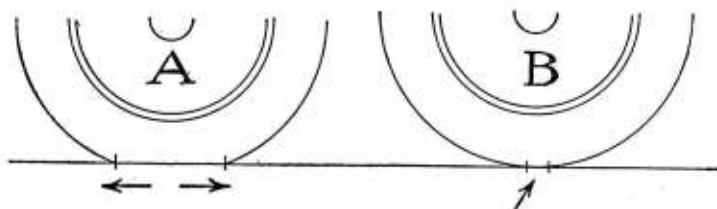


Esquema núm. 48. — Ruedas desmontables del tipo «Michelin», con su neumático puesto (1)

(1) Los automóviles suelen disponer de ruedas de recambio, fácilmente desmontables. Existen muchos sistemas mecánicos encaminados a este fin.

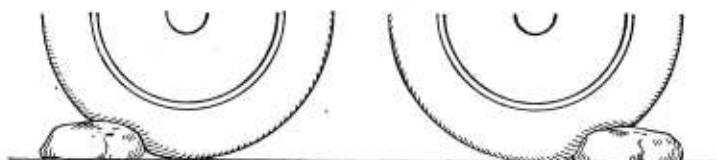
La luz y el arranque eléctricos. — Los automóviles van provistos de un mecanismo eléctrico, que utilizan para producir la luz de los faros y poner

en marcha el motor. Este sistema se compone, principalmente, de una pequeña *dinamo* movida por el mismo mo-



Esquema núm. 49. — El neumático de la rueda A está hinchado a una presión conveniente, y su adherencia al suelo es buena; la rueda B, demastado dura, sólo tiene un contacto ínfimo con el suelo

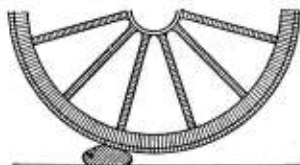
tor, que en su rotación fabrica la corriente eléctrica necesaria para cargar una *batería de acumuladores* dispuesta en el interior del carruaje. La *dinamo* marcha mientras gira el motor; pero cuando los acumuladores tienen bastante carga, el circuito se cierra automáticamente, es decir, no pasa más fluido a la batería. El chofer, para que arranque el motor, pone en comunicación el fluido de los acumuladores con un motorcito eléctrico que mueve el volante de aquél.



Esquema núm. 50. — El neumático se adapta a las desigualdades y obstáculos del terreno (En el grabado se exagera el efecto)

La misma corriente de los acumuladores sirve también para encender los faros. A medida que se gasta el fluido de los citados acumuladores, la *dinamo* los va cargando. Así es

que el chofer moderno dispone de una minúscula fábrica de electricidad, y le basta apretar un conmutador para encender las luces del coche o partir, con la misma comodidad con que en una casa confortable se manejan los aparatos eléctricos.



Esquema núm. 51. — La llanta de hierro de un carruaje pasando por encima de una piedra

Sobre el chasis constituido por todo el mecanismo se aplican diversas formas de *carrocerías*, o sea lo que en los coches de caballos se llama la *caja*; el lugar destinado a los pasajeros. La carrocería tiene una forma peculiar, según el uso a que se destina. El tipo llamado *torpedo* tiene de cuatro a seis asientos, cubierto por una capota plegable y una mampara o *parabrisas* de cristal. La carrocería más lujosa está cubierta completamente, los dos asientos delanteros inclusive, y se conoce por el nombre de *sedán*. Este tipo es adoptado por los deportistas que prefieren no tener ningún contacto con el polvo, el aire y el sol. El tipo llamado *two-seater* (dos asientos en forma de cubeta), adoptado para los coches de carreras, se destina a los deportistas que prefieren las grandes velocidades a toda comodidad. Los camiones, tractores, etc., adoptan carrocerías adecuadas a su trabajo.

Como utilidad, el automóvil ha resuelto, sobre todo en

Comodidad y utilidad del automóvil. — Sobre el chasis



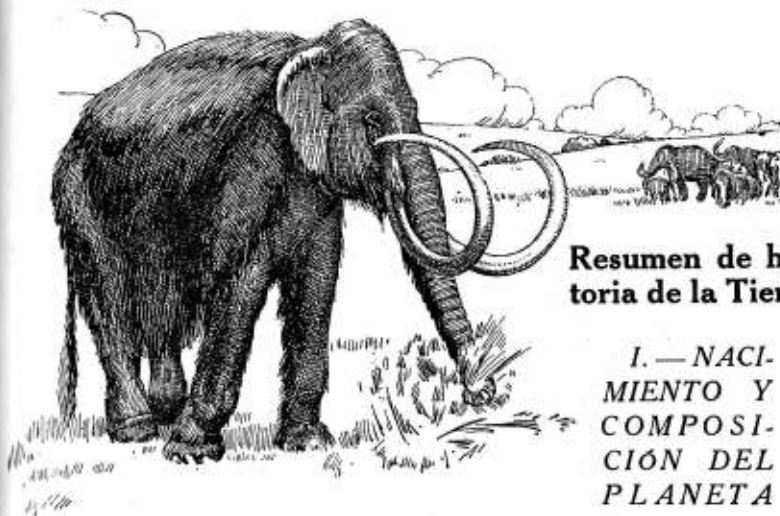
Esquema núm. 52. — Corte transversal de un neumático montado en su llanta

las grandes ciudades, el problema de las distancias, y así se ha visto rápidamente adoptado por los hombres de negocios, los médicos y todas las personas cuyas ocupaciones exigen mucho trasiego.

En los países como España, faltados de ferrocarriles, el automóvil ha beneficiado mucho la producción agrícola, estrechando las relaciones de las granjas y propiedades aisladas con las villas, pueblos y ciudades, facilitando los transportes y el laboreo de tierras hasta ahora incultas. Los motores de explosión son empleados para riegos, máquinas agrícolas, producción de luz eléctrica, etc. En pocos años el número de vehículos automóbiles ha aumentado considerablemente en España.

Las carreras de automóviles. — En todas las grandes naciones del mundo se organizan, periódicamente, carreras de automóviles, en las que se disputan premios otorgados a la velocidad, a la regularidad, etc. Estos concursos o carreras de automóviles, bajo el aspecto de una fiesta deportiva, rebotante de color y de movimiento, tienen como principal finalidad estimular el perfeccionamiento de tan importante industria. Cada fabricante de automóviles dota a sus coches de los últimos adelantos conocidos, y tras un largo ensayo de los motores y del mecanismo total, escoge hábiles guías, capaces de alcanzar la deseada victoria. Más de una vez estas fiestas se han visto turbadas por trágicos sucesos. Muchos corredores atrevidos, lanzando a una velocidad vertiginosa sus potentes coches, pagaron con la vida su audacia. Las vueltas del camino, el vado de un puente, un arroyo: todos los obstáculos pueden convertirse en causa

de accidente mortal. La velocidad de un automóvil cuando pasa cierta medida, constituye un peligro para los peatones y para los mismos que utilizan el vehículo. Peligra la seguridad de un chofer y sus acompañantes cuando se lanzan por una carretera a 90 ó 100 kilómetros. Un solo tornillo roto por la vibración, puede provocar el accidente. Y si éstos no ocurren con más frecuencia, es debido a la calidad puede decirse maravillosa de los metales que se emplean en esta industria.



Resumen de historia de la Tierra

I. — NACIMIENTO Y COMPOSICIÓN DEL PLANETA

El problema de la formación de la Tierra. — El estudio de los terrenos que constituyen la corteza de la Tierra, nos demuestra que el planeta no tuvo en otras épocas el aspecto actual. Todas las rocas, como los restos de animales y plantas que los museos exhiben y examinan los laboratorios, prueban que ha existido un proceso de desarrollo, después de sufrir una larga y lenta evolución.

Ahora bien; el problema que se plantea al tratar de la vida del planeta es el siguiente: ¿Cómo nació nuestro astro?

El grabado de la cabecera representa un *mamut*. Este monstruo es el más conocido de todos los mamíferos prehistóricos, pues en Siberia, enterrado entre el hielo, se encontró uno cuya carne se conservaba tan fresca, que los lobos la devoraron al quedar al descubierto.

Para arrastrar la piel que los lobos dejaron, fué necesario el esfuerzo de diez hombres, y aun les costó gran trabajo. El mamut estaba cubierto de lana gris oscura y de pelos negros. El pelo que quedó sobre la nieve, al ser devorado el animal por los lobos, pesó 60 libras. La altura del esqueleto a que nos referimos es de 2'80 metros, lo cual supone para el animal vivo más de tres metros. Algunos ejemplares alcanzaron alturas de cinco y seis metros.

¿Por qué fases ha pasado hasta alcanzar el estado actual? Para contestar a la pregunta de cómo se ha formado nuestro planeta, se han ideado varias teorías o *hipótesis* (suposiciones).

Los antiguos ya idearon las suyas, hijas más de la fantasía que de observaciones científicas. Concebían a la Tierra como el centro único de todo el Universo, pues lo demás estaba subordinado a ella. Los astros, el firmamento entero, no servían más que para adornar la bóveda del cielo. Sin embargo, hoy sabemos que la Tierra no es centro de nada, y entre la infinidad de astros que pueblan el espacio, es algo así como un grano de arena en la inmensidad del mar.

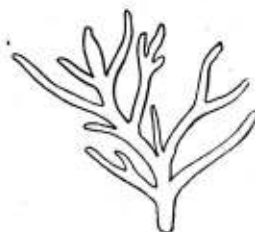
El origen de la Tierra preocupó también vivamente a los primeros filósofos griegos. Ochocientos años antes de Jesucristo, se suponía que en un principio no había más que el *Caos*, de cuyo seno más tarde nació la Tierra, y de ésta a su vez surgieron los cielos, las montañas y el mar; pero nada sabemos de lo que debía ser, para aquellos sabios primitivos, ese caos uniforme.

Más tarde se formaron en Grecia dos escuelas para explicar el origen del mundo: una, nacida en Egipto, que consideraba el *agua* como el elemento creador, sin duda porque en aquel país los fenómenos de las inundaciones del Nilo constituían y siguen constituyendo la vida del país; y otra, originaria de las islas volcánicas del archipiélago helénico, que consideraba el *fuego* como el primer agente de la formación del globo.

Fué en el siglo XVIII cuando nacieron otras hipótesis sobre el origen del Universo en general y de la Tierra en particular, basadas sobre principios verdaderamente científicos.

El estudio de estos problemas, basándolo en el examen y clasificación de los materiales que componen la Tierra, es lo que constituyó el objeto de una ciencia especial, llamada *Geología* (palabra compuesta que proviene de otras dos griegas, *geo*, la tierra, y *logos*, razonamiento, tratado).

Los documentos que permiten a la Geología la reconstrucción del pasado de la Tierra, no son únicamente las piedras proporcionadas por los distintos terrenos. Poseemos otros datos de origen orgánico, es decir, restos de animales y vegetales petrificados, llamados *fósiles*. El estudio de las rocas forma una ciencia aparte, llamada *Petrografía* (de *petros*, que significa piedra, y *grafein*, descripción); el de los seres existentes en edades remotas constituye la *Paleontología* (de *paleo*, antiguo; *ontos*, seres, y *logos*, tratado).



Plantas del período silúrico
Algas marinas que se conocen
con el nombre de «Fucoides»

Cómo nacieron los astros, según Laplace. — Antes de Laplace, un célebre filósofo alemán, Kant (1724-1800), había sustentado la teoría de que, en tiempos remotos, todo el espacio universal estaba ocupado por la misma materia de que están compuestos el Sol y los planetas. Las partículas de esa materia acabaron por ser atraídas hacia un centro, donde se formó un *núcleo*, que es el Sol de nuestro sistema. Este núcleo atrajo a los elementos no absorbidos por su formación; pero la fuerza de *atracción* que impulsaba a esos elementos hacia el Sol, tuvo que luchar contra la fuerza de *repulsión* de que estaban dotados esos mismos elementos. De

la combinación de las dos fuerzas (*centrífuga* y *centrípeta*) se originó el movimiento de *rotación* de esos elementos o cuerpos distintos, que son los planetas, en torno del centro, que es el Sol.

El gran naturalista francés Buffon, emitió la teoría de que la formación de los planetas era debida a un cometa que había chocado con el Sol, desprendiéndose de este astro partes que luego, enfriadas, se convirtieron en los planetas actuales.

Estas y otras brillantes teorías no lograban explicar de un modo satisfactorio el misterio de la formación de la Tierra y de los astros.

Por fin, otro francés llamado Laplace (1749-1827) fué el que formuló la hipótesis más generalmente admitida. Según él, una *nebulosa*, es decir, una ligera masa de materia en estado gaseoso, llenaba todo el espacio que ocupa actualmente nuestro sistema planetario. Esta nebulosa estaba dotada de un movimiento de rotación de Oeste a Este, como los planetas actuales. Situada en la frialdad del espacio sideral, fué perdiendo por irradiación el calor que poseía, y al enfriarse se contrajo, acelerándose entonces su movimiento.

Formóse al fin un núcleo de condensación, que fué nuestro Sol, al mismo tiempo que, gracias al aumento de la velocidad rotativa de la nebulosa, se desarrollaba en ella una creciente fuerza centrífuga. Las partículas que quedaron fuera del núcleo de condensación, se reunieron en zonas concéntricas, formando anillos alrededor del Sol. Éstos, al enfriarse de un modo desigual, se condensaron irregularmente, rompiéndose en *fragmentos* que siguieron dotados del mismo movimiento primitivo. Y esos fragmentos son los *planetas*. Tanto el Sol como ellos se

convirtieron en masas incandescentes, a causa de la condensación, de modo que nuestra Tierra y los demás planetas fueron, en su origen, soles tan brillantes como el que nos alumbraba.

Actualmente, con los potentes telescopios de que disponen los observatorios, se han llegado a contar más de 10.000 nebulosas como esa que, según Laplace, dió origen a nuestro sistema planetario. Como afirmación de la teoría, puede citarse el hecho de que en 1885, en la nebulosa de *Andrómeda*, visible a simple vista y que presenta un núcleo de condensación, se vieron aparecer estrellas (1).

La vida y la muerte de los astros. — Hemos expuesto cómo nacen los astros. Para estudiar ahora el curso de su vida, nos basta observar los astros existentes, los cuales ofrecen ejemplos de las distintas etapas del proceso de su evolución, desde el nacimiento hasta la muerte.

(1) La teoría de Laplace, a pesar de ser la que por ahora explica un mayor número de fenómenos, ha sido rectificada y completada modernamente, pues una serie de nuevas observaciones quedaban sin explicación. Los datos que se aducen en contra de la teoría de Laplace son los siguientes: a) Las órbitas de los planetas no se mueven en un mismo plano, a pesar de que así lo afirma Laplace y de que así sucedería, en efecto, si los planetas hubiesen tenido su origen en los anillos que se formaron y desprendieron del *ecuador* del núcleo primitivo. b) Los satélites de Saturno se mueven de Este a Oeste, es decir en sentido contrario a la dirección general y en un plano perpendicular al de las órbitas de los planetas. Un satélite de Neptuno también se mueve en esa dirección inexplicable. c) Los planetoides que se hallan entre Marte y Júpiter, se mueven en planos muy distintos de los de los planetas.

Frente a la teoría de Laplace se ha levantado otra, que pretende que la Tierra y los astros en general se han formado por una acumulación de meteoritos, que al chocar entre sí se fundieron y mezclaron constituyendo cuerpos cada vez mayores.

Después que una parte de la nebulosa se ha condensado en estrella, ésta brilla con una *luz blanca*, purísima, y el examen de su espectro indica que ha alcanzado el máximo de su poder *calórico*. En semejante estado se halla Sirio, la bellísima estrella que brilla intensamente en nuestro cielo. Según un célebre astrónomo inglés, Draper, se conocen actualmente 52 de esas estrellas blancas, fulgurantes.

Siguiendo el proceso de su evolución, las estrellas o astros al comenzar a enfriarse emiten una *luz amarillenta*. Es en este estado cuando poseen el máximo de su poder *lumínico*. El Sol se halla en esa etapa de su vida estelar. Se conocen otras 38 estrellas amarillas.

Por último, en su postrera fase las estrellas despiden un *brillo rojizo y escaso*. Una estrella, la llamada *Alfa*, de la Constelación de Hércules, pertenece a este tipo.

Avanzando el proceso de enfriamiento y condensación, las estrellas llegan a perder su luz propia, pasando antes por un estado intermedio, en el cual parece hallarse el planeta Júpiter. Este astro, además de la luz que recibe del Sol, parece poseer alguna propia.

Cuando un astro se enfría hasta el punto de perder el estado incandescente, su masa gaseosa se vuelve en parte *flúida*. Más adelante, en la parte externa de la masa flúida se forma una corteza sólida, envuelta por una atmósfera densa y compleja, compuesta de los elementos que se conservan en estado gaseoso. Estos gases se van luego condensando; se producen grandes precipitaciones que cubren la corteza con una capa de agua caliente y mineralizada, y por último, una vez enfriadas las aguas, purificada la atmósfera y emergidos los continentes, el astro se halla en el estado de equilibrio que ofrece en la actua-

lidad la Tierra, y en el cual el desarrollo de la vida orgánica se hace posible. Según parece, Venus se halla en un estado muy semejante al de nuestro planeta.

Pasada esta fase, que viene a representar la edad adulta de un astro, principia su decadencia. Muchos geólogos opinan que empieza entonces un proceso de absorción, por el cual el elemento acuoso va siendo poco a poco absorbido por el sólido. La atmósfera del astro pierde su vapor acuoso, y con ello el elemento que más contribuye a suavizar la temperatura. En un astro decadente, como el planeta Marte, el cambio de las estaciones es extremado, y a ello se deben sin duda las dimensiones desmesuradas de los casquetes de hielo que recubren sus polos. Marte se caracteriza, además, por la poca extensión de sus océanos, que sólo recubren una mitad del astro, siendo así que en la Tierra ocupan las dos terceras partes de la superficie.

Cuando el astro se reseca por completo, es probable que se agriete y aparezcan en la superficie las materias que todavía se conservan flúidas en su interior; es decir, el astro se cubrirá de volcanes, como es el caso de la Luna. En este estado senil de un astro, la decrepitud se acentúa cuando las grietas que se forman llegan a alcanzar una importancia tal que acaban por partirlo en fragmentos informes. De estos trozos de astro, que siguen recorriendo la antigua órbita, tenemos una muestra en los *asteriodes*, restos de astros muertos. Algunas de estas partes caen dentro de la esfera de atracción de otro astro, como sucede



Trilobito crustáceo que adquirió un gran desarrollo durante el período silúrico (Pág. 225)

con los *meteoritos* o piedras del cielo que a veces caen sobre la Tierra.

El estado flúido de la Tierra. — La Tierra, que no es más que un astro insignificante perdido entre millones de inmensos soles, según todas las probabilidades ha pasado por las primeras etapas descritas al hablar de la vida de los astros, es decir, ha sido una estrella, un globo incandescente, antes de llegar al estado actual. Entonces, todos los materiales de la Tierra, sometidos a tan altas temperaturas, se hallaban en estado gaseoso (1).

El globo terráqueo aislado en medio del espacio sideral, al que se le atribuye una temperatura de 273 grados bajo cero, no debía tardar en enfriarse y producir la condensación de sus vapores. La mezcla de gases dió origen a diversos compuestos, que empezaron a precipitarse hacia el centro incandescente del globo, en lluvias torrenciales. Las primeras materias que se condensaron fueron las más refractarias a la volatilización. Llegó un momento en que éstas quedaron convertidas en una masa flúida central, sobre la que seguían cayendo las diversas materias, a medida que el enfriamiento progresivo provocaba su condensación. Estos líquidos se acumularon según el orden de sus densidades, es decir, los más pesados hacia el centro y los más ligeros

(1) Sabido es que el estado sólido, líquido o gaseoso depende de la temperatura. El agua es líquida a una temperatura que oscila entre 0° y 100°, se solidifica cuando baja de 0° y se convierte en vapor acuoso cuando pasa de 100°.

Lo que sucede con el agua ocurre también con los gases y las materias sólidas. El aire se liquida a bajas temperaturas, y los metales más duros se liquidan y aun se volatilizan si se les somete a las elevadas temperaturas de los hornos eléctricos.

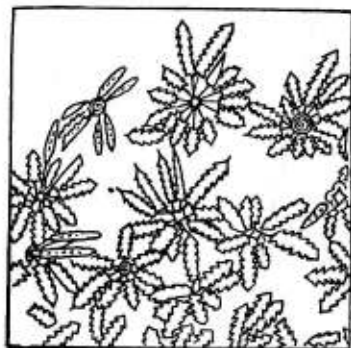
hacia la superficie. La Tierra debía presentar entonces el espectáculo, a la vez horroroso y sublime, de un mar infernal, agitado por las inconcebibles tempestades que las combinaciones y reacciones químicas debían producir en su seno.

A medida que bajaba la temperatura, fueron cesando las cataratas de minerales líquidos en que se diluía la pesada atmósfera del planeta, el núcleo central aumentó de volumen, y por último empezaron a formarse puntos de coagulación en la superficie de aquel mar sin orillas.

Estos primeros islotes, extendiéndose de los polos hacia el Ecuador, acabaron por soldarse unos a otros y dar origen a una primera costra sólida, contra la cual debía pugnar la masa líquida interior, antes de dejarse aprisionar por completo. Esta primera corteza, que debía conservar el brillo del hierro candente, fué aumentando de espesor, y cuando dejó de participar del calor central, se enfrió para siempre, quedando la Tierra convertida en un astro sin luz propia.

Las pruebas que permiten suponer que la Tierra pasó por un estado flúido. — Los que

penetran en el fondo de una mina tienen ocasión de comprobar que la temperatura crece a medida que aumenta la profundidad. Aunque el aumento no se produce en todas partes con



Grasfolitos característicos del período silúrico (Pág. 256)

regularidad, puede admitirse que, por término medio, la temperatura de la Tierra aumenta *un grado por cada 30 metros* de profundidad. Siendo así, a los tres kilómetros de hondura el calor debe ser de 100 grados, es decir, igual a la temperatura del agua hirviendo; a 21 kilómetros, se hallarían 700 grados, o sea la temperatura del hierro al rojo; a 54 kilómetros, 1.600 grados, o sea la temperatura del hierro en fusión. Siguiendo el razonamiento, pronto llegaríamos a presuponer temperaturas bajo las cuales todos los elementos terrestres se funden. Y si aplicamos esta ley al centro mismo de la Tierra, que se halla a más de 6.000 kilómetros de la superficie, ¿no nos será permitido conjeturar la existencia de un *núcleo central incandescente*, o por lo menos compuesto de materias líquidas sometidas a altas temperaturas?

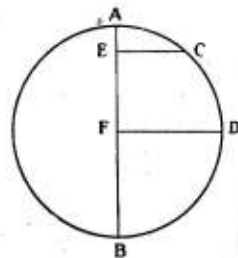
Sin embargo, éstos no han sido nunca más que meros cálculos, que en realidad no pueden sufrir comprobación alguna. Precisamente hoy día se da por descartada, entre los hombres de ciencia más eminentes, la idea del fuego central de la Tierra, por más que generalmente se conviene, sí, en la existencia de grandes masas de calor elevadísimo, si no en el centro mismo de la Tierra, en diferentes puntos asimismo situados en el interior de nuestra planeta.

Lo anteriormente expuesto nos autoriza, pues, a suponer que la Tierra pasó por un estado flúido.

Otra prueba de ello la encontramos en el *aplastamiento* de los polos y la *hinchazón* del Ecuador. En efecto: toda masa flúida que no esté sometida a fuerza alguna externa, adopta la forma esférica. Pero si esa masa es flúida o pastosa, y está sometida a un movimiento de rotación alrededor de un eje,

la esfera no tarda en hincharse por su Ecuador, aplastándose al mismo tiempo por los polos.

La explicación de este hecho es sencilla. En una esfera dotada de rotación y cuyo eje es la línea *AB*, los puntos situados en *D* girarán con una velocidad mayor que los situados en *C*, porque recorren una circunferencia mayor en el mismo lapso de tiempo. Sabido es, además, que un cuerpo, al girar, desarrolla una fuerza centrífuga que aumenta con la velocidad. Esa fuerza centrífuga desarrollada en el Ecuador, aleja las materias flúidas que se encuentran en el eje, y en consecuencia las de los polos bajan de nivel y éstos quedan aplastados.



Lo que son los fósiles. — Se llaman fósiles los restos de animales o plantas terrestres que vivieron en las épocas más remotas y ahora se hallan petrificados en el interior de las rocas. Los fósiles del reino animal consisten sobre todo en restos de partes duras, como huesos, conchas, escamas, etc., que por su naturaleza resisten la descomposición mejor que las partes blandas.

Pero no se crea que los fósiles conservan su materia originaria, es decir, que los huesos se conservan siempre como huesos y las conchas como conchas. Muy al contrario: los restos orgánicos llamados fósiles se hallan *petrificados*; sus tejidos han ido desapareciendo lentamente a través de los siglos, y se han mineralizado. Algunos, no obstante, con-

servan su materia mineral primitiva. Lo más admirable es la manera cómo se ha realizado esa transformación. La piedra ha ido substituyendo a los tejidos más delicados, molécula por molécula, conservando a menudo hasta su estructura íntima. En algunos fósiles de vegetales es posible estudiar, con el auxilio del microscopio, la organización de la madera, tal como se haría actualmente con un ejemplar vivo.

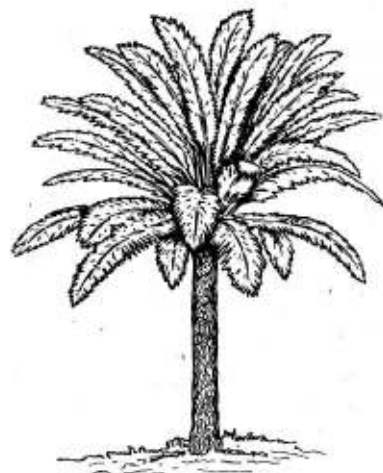
Lo que nos cuentan los fósiles. — Estos son los documentos que han permitido a los geólogos la reconstrucción de la historia primitiva de la Tierra. Si, por ejemplo, en las heladas regiones de Spitzberg se encuentran fósiles de árboles que sólo se producen en climas cálidos y húmedos, podemos creer con razón que en otro tiempo aquella región desolada estaba cubierta de una selva exuberante. Si en las costas del Báltico hallamos ámbar, que no es sino resina fosilizada, como ésta sólo la producen ciertos árboles, afirmaremos que en aquel lugar, hoy invadido por las aguas, existían bosques.

Los restos de moluscos, que son los que más abundan, ya porque estos seres eran los más numerosos en las épocas pasadas o porque sus conchas se conservan fácilmente, arrojan mucha luz sobre el pasado de la Tierra. Si, por ejemplo, en una localidad encontramos grandes cantidades de conchas de moluscos que sabemos viven en las aguas dulces, como son los *planorbis* y las *limneas*, ¿no nos inducirá esto a pensar que aquella localidad se halló en otro tiempo sumergida en un lago de agua dulce?

Si, por el contrario, los hallazgos se reducen a conchas de

múrex, de ostras o de otras especies que sólo viven en las aguas saladas, ¿no pensaremos que aquella localidad debió ser un fondo marino?

Estas conchas fósiles se hallan, a veces, en los picos de las montañas. ¿Cómo han ido a parar a aquellas alturas? La explicación es obvia: esas altas montañas estuvieron en otro tiempo sumergidas en el mar, pues de otro modo no se concebiría que aquellos restos se hallen allí en tanta abundancia.



Helechos arborescentes. (Pág. 259)

La obra magistral de Cuvier. — Cuvier (1),

un sabio naturalista francés, fué el que dió principio a la magna obra de reconstruir las especies de animales desaparecidas, de las cuales poseemos tan sólo algunos restos desenterrados. La empresa, casi increíble de reconstruir un animal tomando por base, por ejemplo, su dentadura, aparece como realizable si se considera el punto de partida de Cuvier, principio conocido con el nombre de *la correlación de las formas*.

“Todo ser organizado, dice Cuvier, forma un conjunto cuyas partes se corresponden mutuamente y concurren a un solo y único fin, mediante una reacción recíproca. Nin-

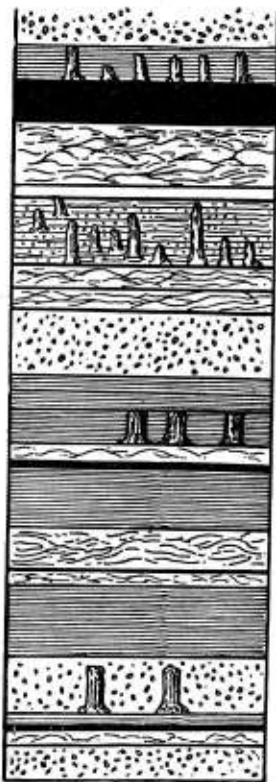
(1) Jorge Cuvier (1769-1832) fué un trabajador infatigable y una de las figuras más culminantes de la ciencia francesa.

guna de esas partes puede cambiar sin que las otras cambien también, y por lo tanto, cada una, tomada separadamente, indica y permite suponer las otras.

"Si los intestinos de un animal están organizados para digerir únicamente carne fresca, es preciso que sus mandíbulas estén construídas para devorar una presa; sus garras lo han de estar para cogerla y desgarrarla; sus dientes, para cortarla y dividirla en trozos; el sistema entero de sus órganos, para perseguirla y alcanzarla, los sentidos, para percibirla de lejos. Es preciso, además, que la Naturaleza haya colocado en su cerebro el instinto necesario para saber esconderse y armar celadas a sus víctimas.

"Para que la mandíbula pueda sujetar, se requiere una cierta forma del cóndilo, un cierto volumen del músculo que la mueve y una cierta extensión de la fosa que recibe el músculo.

"Para que el animal pueda llevarse a su presa, sigue diciendo Cuvier, necesita poseer músculos de un cierto vigor, que le permitan levantar la cabeza, de lo cual



El grabado muestra la superposición de capas de sedimentos entre las cuales se hallan capas de carbón, restos de bosques carbonizados. (Pag. 258)

resulta una cierta forma determinada de las vértebras. Los dientes deben acomodarse a su función; las garras serán también de una forma determinada, que influirá en la de los huesos de los dedos, de la espalda, y en general en la de todos los del cuerpo.

"En una palabra: la forma de los dientes trae consigo la del cóndilo, la del omóplato, la de las uñas, etc. Empezando por uno cualquiera de los huesos, se podría reconstruir todo el animal, poseyendo racionalmente las leyes de la economía orgánica."

Distintas clases de rocas que forman la parte sólida del planeta. — El examen de las rocas que forman la corteza de nuestro globo, ha dado por resultado el reconocimiento de dos grandes grupos de rocas: unas llamadas *ígneas* o *cristalinas*, y otras llamadas *sedimentarias*.

a) *Rocas ígneas.* — Éstas, cuyo origen se debe al fuego central de la Tierra, se llaman también cristalinas, porque examinadas atentamente aparecen compuestas de un confuso amasijo de pequeños cristales. ¿Cómo se han formado estos cristales? Son el resultado de haberse enfriado lentamente la masa flúida o pastosa primitiva, que más tarde constituyó la primera corteza sólida del planeta.

Las rocas ígneas pueden provenir de esa primera consolidación de la Tierra o pueden ser *eruptivas*, es decir, procedentes del centro de la Tierra y sacadas a la superficie a través de las grietas o hendiduras de la corteza sólida.

Los principales tipos de rocas ígneas o cristalinas son: el *granito*, el *pórfido*, la *traquita* y el *basalto*.

El *granito* es una roca homogénea de cristaltos de *cuarzo*, *mica* y *feldespato*. El *gneis* está compuesto de los mismos elementos, pero dispuestos en forma de hojas entremezcladas. El granito es una roca muy dura, que se usa para columnas, pedestales, etc. Se conocen muchas variedades de granito.

El *pórfido* está compuesto de grandes cristales sumergidos en una pasta homogénea, que puede tener distintos colores.

La *traquita* y el *basalto* son rocas eruptivas. Es interesantísima una variedad de basalto que, al enfriarse, toma la forma de altas columnas exagonales. Son famosas las columnas de basalto de la *Calzada de los gigantes*, en Irlanda, y las de la *Gruta de Fingal*, en la isla Staffa (Hébridas).

b) *Rocas sedimentarias*. — Bajo la acción de los agentes atmosféricos, las primeras rocas que aparecieron fuera de las aguas empezaron a descomponerse, y sus materiales, arrastrados por las lluvias y los ríos, se depositaron en el fondo de los lagos y mares, en capas horizontales; es decir: se *sedimentaron* (1). En la Tierra ocurrió, en gran escala, lo que sucede si en un vaso de agua se echa tierra y se agita; al dejarla en reposo, después de unas horas se advierte que la tierra se ha depositado en tres capas distintas: en el fondo las piedrecitas; en segundo lugar la arena, y encima la capa de lodo formada por las partículas más finas de polvo. Con los siglos, estas capas de arena o lodo depositadas en el fondo de las aguas, se solidificaron, dando origen a las llamadas *rocas sedimentarias*.

(1) De *sedimentum*, palabra latina que significa poso, hez.



Un bosque del período carbonífero. (Pág. 258)

Las rocas sedimentarias tienen, a diferencia de las rocas ígneas, varios orígenes: pueden ser de *origen mecánico*, de *origen químico* o de *origen orgánico*.

1.º Las de *origen mecánico* son rocas que provienen de la descomposición de grandes masas de materia, cuyos restos fueron arrastrados hacia mares o lagos, donde se mantuvieron en suspensión, por algún tiempo, y luego se sedimentaron.

Estas capas de guijarros, de arena y de lodo, cuya composición depende de la de las rocas de que provienen, al sedimentarse no adquirieron inmediatamente la dura consistencia de las rocas. Para ello fué necesario que se vieran sometidas, durante siglos, a la fuerte presión que ejercen

unas capas sobre otras, y además que se infiltrase entre sus partículas algún elemento que hiciera las veces de cemento y les diese consistencia.

Las principales rocas sedimentarias, de origen mecánico, son: los *conglomerados* o rocas formadas por cantos rodados, unidos por una pasta coherente; las *areniscas*, nombre con que se conocen las rocas formadas por granos pequeños y unidos por un cemento, que puede ser como en los conglomerados, arcilloso, calizo, ferruginoso, etc.; las *arcillas*, producto de la descomposición de las rocas feldespáticas, graníticas o volcánicas. Las arcillas son rocas que tienen de común las particularidades siguientes: se rayan con la uña, al tocarlas con la lengua se adhieren a ella, porque apetece la humedad, los ácidos no las atacan, y al resecarse se agrietan.

Se conocen muchas clases de arcillas. La que proviene de la descomposición del feldespato, se conoce con el nombre de *caolín*, que es blanca y se utiliza para la fabricación de la porcelana. La *arcilla* plástica es la que sirve para hacer ladrillos, por resistir temperaturas muy elevadas. La *arcilla refractaria* no se funde fácilmente y se utiliza para los ladrillos de los hornos. Las *pizarras* deben su disposición en hojas a la presión mecánica a que fueron sometidas. Las pizarras se utilizan para recubrir tejados.

2.º Las rocas sedimentarias de *origen químico* son las que han resultado de la sedimentación de elementos que se hallaban, no en suspensión en un líquido, como las anteriores, sino disueltas en él y luego se precipitaron. Las principales son las *calizas*. Este nombre es genérico y comprende todas aquellas rocas que se distinguen por las siguientes

características: por ser insolubles en el agua, mientras ésta no contenga gran cantidad de anhídrico carbónico; por transformarse en cal viva, bajo el influjo del calor; por ser atacables por los ácidos, produciendo entonces una efervescencia, y por dejarse rayar por el vidrio o la hoja de un cuchillo.

Las rocas calizas más conocidas son:

El *mármol*, piedra formada por cristaltos muy compactos, y que ofrece un bello aspecto cuando está pulida. El tipo de mármol puro es el de Carrara (Italia).

La *piedra pómez*, dentro de cuyo grupo se comprenden las *estalactitas* y *estalagmitas* que se forman en las paredes de las cuevas y grutas.

La *creta*, que podría considerarse como de origen orgánico, porque mirada al microscopio aparece compuesta de una infinidad de partículas de restos de animales inferiores. La creta es una roca blanca y polvorosa.

El *yeso* es una roca tan blanda que se raya con la uña;



ictiosaurio. — Este monstruo era, como su nombre indica, un pez-lagarto muy poderoso y ágil para nadar y procurarse el sustento. Alcanzaba dimensiones colosales, de 9 a 12 metros. Las mandíbulas de este espantoso animal estaban provistas de formidables dientes, en número de 200 a 240, de dos o más pulgadas de longitud. Es sabido que un cocodrilo de los actuales puede, de un solo bocado, partir en dos a un hombre; esto dará una idea del poder del ictiosaurio, inmensamente más fuerte que el cocodrilo. (Pág. 265)

los ácidos no producen en ella efervescencia. Cuando se calienta, pierde el agua que contiene y se convierte en una substancia blanca y árida. Cuando la evaporación es muy intensa, el yeso se deposita en el fondo de los mares, y encima de la capa de yeso viene después a colocarse la de sal marina.

La *sal* es otra roca producida por la evaporación, y se encuentra en ciertos lugares, acumulada en grandes cantidades. Los depósitos de sal más importantes de España son los de Cardona (Cataluña).

3.º Las rocas de *origen orgánico* son las que se formaron por la transformación de organismos animales o vegetales sometidos a la acción de agentes químicos.

Las principales rocas de esta clase son: algunas calizas de que ya hemos hablado, como la creta, formadas por caparzones de protozoarios; otras variedades, también calizas compuestas de restos de corales, y otras producidas por una acumulación de pechinas de moluscos. La *piedra litográfica*, de grano muy fino, es una roca caliza que se presta a un bello pulimento y se utiliza para la reproducción de grabados (litografías) (1).

Las rocas y terrenos calizos se han formado en todas las épocas geológicas y constituyen capas de gran espesor. Algunas de las grandes cordilleras del globo, como las altas cimas de los Andes, del Himalaya y de los Alpes, son obra del trabajo milenar de animales marinos minúsculos, y están formadas por la enorme acumulación de sus restos.

(1) Del griego *litos*, piedra, y *grafein*, escribir. La litografía fue descubierta en el año 1796, por Senefelder. En Solenhofen (Baviera) se encuentran depósitos muy importantes de piedras litográficas.

En cambio, las rocas formadas por los restos de organismos vegetales, son los *carbones*. Sus depósitos se encuentran entre capas de terrenos sedimentarios. Los carbones pueden clasificarse en cuatro grupos:

Primero: La *turba*, que es una roca oscura formada debajo del agua, en el fondo de las turberas y que representa un primer grado de carbonización. Produce pocas calorías. Contiene un 45 a 60 por 100 de carbono.

Segundo: El *lignito*, un carbón más compacto, de más potencia calórica que la turba. Contiene un 55 ó 75 por 100 de carbono.

Tercero: La *hulla* o carbón de piedra es una roca de apariencia brillante. Se compone de un 75 a 90 por 100 de carbono, y al arder produce gran número de calorías; y

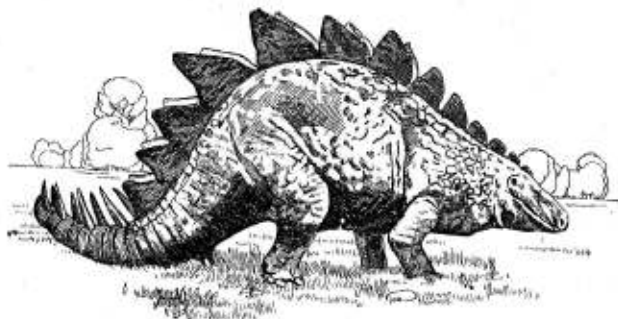
Cuarto: La *antracita*, que es la última etapa del carbón. Es una roca de brillo vidrioso, muy frágil, que arde con llama escasa y poco humo, pero posee



El Plesiosaurio era el monstruo más esbelto de su época. Poseía una cola como de lagarto, un cuello como de cisne, y sus aletas natatorias se parecían a las de las focas actuales. (Pág. 266)

una gran potencia calórica. Contiene más de 90 por 100 de carbono.

También es de origen vegetal el *ámbar* o resina fósil, que se encuentra con gran abundancia a orillas del Báltico y en pequeña cantidad en la comarca española del Bergadá (Cataluña).



Estegosaurio. — Era uno de los más raros animales primitivos. Su esqueleto mide más de siete metros de longitud. Sin duda era anfibio. Lo más sorprendente del Estegosaurio son las placas huesosas que cubrían su piel, a manera de escamas salientes. Algunas de dichas placas mide 90 centímetros de diámetro. La cola era poderosísima y además estaba dotada de cuatro pares de púas como dagas. Las mayores placas huesosas eran asimétricas y estaban alineadas a lo largo del espinazo. (Pág. 268)

La formación de las montañas. — Las montañas y cadenas montañosas están en general formadas por pliegues de la corteza terrestre. La explicación de su origen se halla en lo que se llama la teoría de las *geosinclinales*. Ante todo es preciso saber en qué consiste una geosinclinal. Es un *surco inmenso* en la corteza de la Tierra, formado por vía de hundimiento allí donde la constitución del terreno ofrece una zona de menor resistencia.

En esas fosas o surcos se depositan sedimentos, hasta que la presión lateral de las partes más resistentes los com-

primen y obligan a plegarse, formándose así las cadenas de montañas. Existen, además, montañas formadas por erupciones volcánicas; y, por último, también se da el caso de que una montaña se haya originado por el hundimiento de las tierras vecinas.

II. — LOS GRANDES PERIODOS DE LA HISTORIA TERRESTRE

Cómo la historia de la Tierra se divide en grandes épocas. — Por lo expuesto anteriormente sabemos que la Tierra tiene una historia, pues de ella hemos ya aprendido los trazos principales. No obstante, puede detallarse más. Tenemos a nuestra disposición, para este estudio, las distintas capas de terrenos sedimentarios, que vienen a ser como las hojas del libro en las cuales podemos leer lo sucedido en el pasado.

Pero para establecer una cronología, es decir, para determinar la edad relativa de las distintas capas, no basta el examen de las rocas y terrenos, pues hoy mismo, a nuestra vista, continúan formándose terrenos que poseen los mismos caracteres de los de épocas muy remotas. Para determinar, pues, la edad de las capas, los geólogos tienen en cuenta el orden en que se suceden y los fósiles que en ellas se hallan.

Sabiendo en qué consiste el fenómeno de la sedimentación, aparece evidente que los terrenos más profundos han de ser los más antiguos. Si en algún lugar de la Tierra se hallasen todas las series de capas sedimentarias, dispuestas

en orden, el problema de clasificarlas sería fácil. Pero, lejos de suceder así, este orden se presenta muy alterado y hasta a veces invertido; de manera que, para clasificar los terrenos por edades, hay que recurrir a los datos que ofrecen los fósiles que encierran.

Estos fósiles son a la geología lo que las monedas a la Historia. Ellos nos muestran cómo la vida animal y vegetal ha ido cambiando sus formas, y las fases por que esta transformación ha pasado hasta nuestros días. Las formas que más se diferencian de las actuales serán, pues, las más antiguas, y los terrenos que las contengan serán también los estructurados en épocas más remotas.

Basándose en éstos y en algunos otros caracteres, los geólogos han dividido la historia terrestre en las siguientes grandes eras:

a) *Era Arqueozoica* (1), dividida en dos períodos. En el primero, o *arcaico*, no hay todavía señales de vida. En el segundo, llamado *algónquico*, ya se encuentran signos de restos orgánicos.

b) *Era Paleozoica* (2) o *primaria*, en la cual aparecen, por orden, los invertebrados, los peces y los anfibios.

c) *Era Mesozoica* (3) o *secundaria*, o edad de los reptiles.

d) *Era Cenozoica* (4) o *terciaria*, en que aparecen los mamíferos.

e) *Era Plehistocénica* (5) o *cuaternaria*, caracterizada por hallarse en sus terrenos los primeros restos humanos.

(1) Era de los animales más antiguos.

(2) Era de los animales antiguos.

(3) Era de los animales de una era intermedia.

(4) Era de los animales recientes.

(5) Era más nueva o moderna.

a) *ERA ARQUEOZOICA*. — La era arqueozoica comprende los tiempos durante los cuales debió consolidarse la primera corteza de la Tierra.

Las rocas de esa primitiva corteza, es decir, las formadas al enfriarse y solidificarse la masa ígnea del planeta, son seguramente cristalinas y quizá graníticas; pero resulta casi imposible precisar la naturaleza de esos primeros terrenos, pues los que hoy pueden observarse ya no corresponden a lo que fueron.

Nada se sabe respecto a los organismos del primer período arcaico. Se habla de señales de restos orgánicos halladas en los terrenos primitivos, pero aunque se sospeche la existencia de organismos muy inferiores, nada puede darse como seguro.

Los primeros continentes que emergieron durante esa era formaban, según parece, dos masas de tierras. Una de ellas constituía una faja que se desarrollaba desde el Ca-

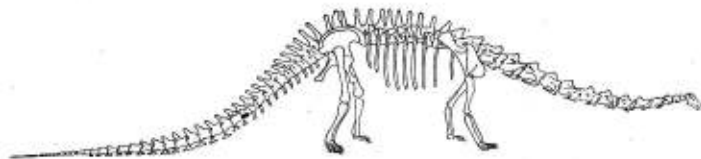


Brontosaurio. — Era un herbívoro tan colosal, que media 22 metros de largo y debió pesar unas 38 toneladas. No tenía grandes medios ofensivos excepto su enorme cola, cuyos latigazos eran terribles. (Pag. 268)

nadá occidental hasta la Finlandia oriental. La otra era una faja ecuatorial, paralela a la anterior, que comprendía desde el Brasil hasta Australia, a través del espacio que hoy ocupan el Atlántico y África.

Esta era arqueozoica parece haber tenido una duración mayor quizá que todas las eras posteriores juntas. Esto se infiere del enorme espesor que tienen los sedimentos de aquella época. En algunos lugares, como el Canadá, pasan de 15.000 metros.

b) ERA PALEOZOICA O PRIMARIA. — Los terrenos de la era primaria están formados por los sedimentos de las rocas arcaicas. Para nosotros, lo interesante de esta época es que existen señales indudables de que en ella hizo su aparición



El esqueleto del *Diplodocus* ha podido ser reconstruido completamente. (Pág. 268)

la vida orgánica, es decir, que son de esa época los primeros animales y plantas que conocemos. Así como la era anterior sólo da lugar a suposiciones, ésta ofrece ya caracteres definidos, habiéndose descrito más de 20.000 especies de sus seres orgánicos. Durante ella se produjeron grandes dislocaciones de la corteza terrestre, apareciendo por las grietas masas de granito y otras rocas, acompa-

ñadas a veces de minerales, como el estaño, el cobre y el hierro.

La era primaria se divide en cinco períodos. Éstos son: el cámbrico, el silúrico, el devónico, el carbónico y el pérmico.

Período cámbrico (1). — Las rocas del sistema cámbrico están formadas por una serie de sedimentos dispuestos del modo siguiente: en la base, areniscas formadas por materiales gruesos; siguen luego las arcillas, transformadas en pizarras, y, por último, las calizas.

Entre esas rocas se han hallado abundantes fósiles, predominando por su tamaño y variedades un crustáceo llamado *Trilobito*



Diplodocus. — Este enorme animal, quizá el más grande de los mamíferos, puesto sobre sus cuatro patas mide 25 metros de longitud por 4 de altura. (Pág. 268)

(véase figura de la página 235), nombre procedente de los tres lóbulos en que está dividido su cuerpo. El trilobito es de aspecto

(1) Nombre que proviene del país de Inglaterra, llamado antiguamente *Cambria* y hoy *Cumberland*, donde se encuentran estos terrenos formando capas de espesor de varios centenares de metros.

algo semejante a nuestras cochinillas de la humedad. Aparecieron también entonces las primeras algas. Toda la vida, pues, estaba refugiada en el fondo de las aguas.

Período silúrico (1).— Entre los productos minerales característicos de este período, figuran las pizarras grises y azuladas que en ciertos países sirven para techar las casas.

Durante el período silúrico la vida se acentúa, y en el seno de las aguas pulula una gran variedad de seres. Han podido contarse más de 10.000 especies, ninguna de las cuales ha sobrevivido hasta nuestros tiempos.

Las plantas, menos abundantes que los animales, son principalmente algas marinas, a las que se ha dado el nombre de *fucoïdes*; no obstante, aparecen algunas plantas aéreas, como las *licopodiáceas*.

Entre los animales merecen citarse los *grafolitos*, pequeños pólipos que vivían en colonias. Para proteger su cuerpo, segregaban un estuche y vivían escondidos en él. El lugar donde se fijaban tiene el aspecto de piedras escritas, y de aquí el nombre de grafolitos.

Los animales superiores eran los *trilobitos* y los *nautilus*.

El trilobito adquiere en este período un gran desarrollo. Este animal, que no se halla ya en terrenos posteriores, posee unos grandes ojos compuestos de más de 400 facetas, lo cual prueba que la luz penetraba ya en el seno de las

(1) Los antiguos llamaban *siluros* a los habitantes del país de Gales. En este país es donde se hallan los terrenos típicos de este período, y de ahí su nombre.

aguas. Algunas especies de trilobitos podían arrollarse como nuestras cochinillas.

Los *cefalópodos*, que son los moluscos mejor organizados, se caracterizan por sus brazos o tentáculos dispuestos alrededor de la cabeza, aparecen también en el período silúrico, distinguiéndose el género *nautilus*. La concha de este animal está dividida en compartimientos transversales vacíos, que se comunican por un canal o sifón. El animal ocupa el último, sirviendo los otros de aparato flotador.

En este período aparecen los primeros *arácnidos* e *insectos*.

Período devónico (1).— Las rocas características de este período no son arcillosas, como en el período anterior, sino calizas. En las tierras emergidas del agua se desarrolla con fuerza la vegetación, apareciendo las *criptógamas* y *coníferas*, precursoras de las variadas especies del período carbónico, que viene después.

La vida animal deja de ser predominantemente marina. Muchas especies del período anterior desaparecen, desarrollándose, con los primeros peces y batracios, el tipo de los vertebrados.

Los peces de este período, llamados *ganoïdeos* o peces acorazados, no tenían un esqueleto solidificado; su cuerpo estaba cubierto de grandes placas huesosas, formando como una coraza. Sus colas no eran simétricas; de aquí su nombre de *heterocercos*.

El período devónico puede llamarse el de los *braquiópodos*.

(1) Llamado así por la gran extensión que el terreno de este período alcanza en Devonshire o de Devon (Inglaterra).

dos, porque los produjo en grandísima abundancia. Estos animales vivían metidos en una concha de dos valvas, a cada lado de la boca poseían unos brazos recubiertos de pestañas



Continentes y mares durante el período devónico de la era primaria

vibrátiles, que les servían para remover el agua y respirar. Los brazos eran a veces tan largos, que tenían que estar arrollados en espiral.

Período carbónico.— Lo más saliente de este período es (como su nombre indica) la formación de los depósitos vegetales que, a través de los siglos, se convirtieron en las minas de carbón que actualmente explotamos.

Los bosques del período carbónico.— Después de la emergencia de los terrenos devónicos, la Tierra se cubrió de una vegetación exuberante, algo parecida a la de los

grandes bosques tropicales. Sin embargo, las plantas de ese período no eran las mismas de los actuales bosques. Las conocemos gracias al gran número de impresiones que deja-



Continentes y mares durante el período carbonífero de la era primaria

ron en las pizarras que acompañan a la hulla. En ellas se reconocen las hojas, las cortezas y los troncos de los árboles carbonizados. Las plantas del período carbónico no tenían flores, y los *helechos* entonces dominantes, y de los cuales se han reconocido 250 especies, alcanzaban a veces alturas de 20 metros. Otras especies de aquel período eran las *licopodineas*, entre las cuales el *lepidodendron* merece citarse por la manera de ramificarse. Su tronco se dividía en dos, cada rama en otras dos, y así sucesivamente, de suerte que el conjunto alcanzaba una altura de 20 a 40 metros.

Las *sigillarias* se alzaban como un fuste de columna,

sin ramificarse, hasta alcanzar alturas de 20 a 40 metros. En su extremo ostentaban un penacho de hojas; su tronco estaba acanalado de arriba abajo. Entre las ranuras se reconocen las cicatrices dejadas por las hojas al caer. El interior de estos troncos aparece vacío, porque estaba ocupado por una pulpa inconsistente, destruída con el tiempo.

Las *calamitas* eran verdaderas cañas gigantes cuya altura alcanzaba unos 20 metros. Las *anularias* eran unas plantas acuáticas esbeltísimas.

Cómo se formó el carbón. — El examen microscópico de la hulla o carbón de piedra, no deja lugar a dudas respecto a su origen vegetal.

En las minas, la hulla no se presenta mezclada con la tierra, sino formando verdaderas capas de muy distinto espesor, intercaladas en ban-



Ceratosaurio. — Reptil carnívoro, de unos nueve metros de longitud, dotado de libres y rápidos movimientos, con formidables patas posteriores, cabeza corta, largos y puntiagudos dientes y terribles garras. No debió de tener un rival digno de él entre los reptiles carnívoros. Debía dar saltos gigantescos, y con sus dientes en forma de cuchillo desgarraba la carne y cortaba los huesos de sus víctimas. Se ha hallado un esqueleto que mide más de seis metros de largo.

cos de arcillas pizarrosas o areniscas de origen sedimentario. Estos y otros datos prueban que la hulla está formada por sedimentos vegetales, depositados en los deltas de los ríos y aguas tranquilas. Estos sedimentos fueron luego recubiertos por una capa de tierra, y sobre ella se asentó otro vegetal; de este modo se explica la sucesión de las capas carboníferas en las minas. El grueso de las capas depende seguramente de la importancia de las avenidas de los ríos. Cuando éstas eran considerables, los restos vegetales, troncos, ramas y hojas, eran abundantes y la capa depositada resultaba de mayor espesor.

El proceso de carbonización de los vegetales se efectuó, pues, al abrigo del aire, quizá bajo la influencia del calor. Otro elemento que influyó mucho en la transformación, fué un microbio conocido con el nombre de *macrococcus carbo*.

La fauna del periodo carbónico. — La atmósfera, purificada por el gran desarrollo de los bosques, reunía en esta época, para el desarrollo de la vida aérea, mejores condiciones que en las anteriores. Los insectos adquirirían a veces una envergadura de 0.70 metros, distinguiéndose las *libélulas* gigantes, las *langostas* y *cigarras*. Los vertebrados estaban únicamente representados por peces que pertenecían a la misma familia de los tiburones actuales, y por *sauroides*, es decir, peces parecidos a los cocodrilos. También abundaban en los terrenos pantanosos las grandes *salamandras*.

El clima en el periodo carbónico. — El estudio de los troncos de las plantas de este período, que carecen de las

capas concéntricas leñosas, reveladoras de los cambios de estación, nos indica que no existían las estaciones, reinando todo el año la misma temperatura, como pasa actualmente en los trópicos. Además, el hecho de haberse hallado minas de carbón en regiones heladas, como en Spitzberg, en la zona templada, en los trópicos e incluso en las tierras australes, revela que toda la Tierra gozaba entonces de un clima cálido y húmedo. La causa de esta uniformidad de clima, de su elevada temperatura y de la abundancia de lluvias, está seguramente en la gran extensión de los mares y en el débil relieve de las tierras emergidas. Al levantarse, al final de este período, la cadena harciniana, se produjo un cambio en el clima.



Pterodáctilo. — Reptil volador, parecido al murciélago actual y de varios tamaños; los había que apenas tenían el de un gorrión, mientras otros alcanzaban una envergadura de 7'40 metros al volar con las alas extendidas. Tenía la cabeza grande y achatada, cuyas mandíbulas estaban armadas de numerosos dientes. (Pág. 271)

Período pérmico (1). — Este período es de transición entre el anterior y la era secundaria. Faltan todavía las aves y los mamíferos, pero empiezan a aparecer los primeros reptiles, que han de adquirir tan extraordinario desarrollo en la era siguiente. Las plantas son, en cambio, menos abundantes.

Los sedimentos de este período están con frecuencia

(1) Nombre que proviene de la región de Perm, en Rusia, donde han sido estudiados los terrenos de este período.

impregnados de petróleo, siendo característicos los depósitos de yeso y sal gema que se forman.

El aspecto de la Tierra durante la era primaria. — Hemos visto que en la era arqueozoica existían dos grandes continentes: uno boreal y otro ecuatorial. En la era primaria se formaron tres pliegues montañosos, el más importante de los cuales apareció al final del período carbónico y se conoce con el nombre de cadena harciniana (1). Restos de esta cadena son la meseta castellana, el macizo central de Francia, los Vosgos y la Selva Negra, los montes del centro de Alemania, los de Bohemia y los Apalaches (Estados Unidos). Durante el período pérmico o carbónico, la masa de tierras hoy ocupada por parte de China y Siberia se separó de la masa finoescandinava. Existen motivos para suponer que durante el período pérmico emergió un continente que unía el Brasil con Australia, a través del Pacífico actual.



Dimorfofón. — Era una variedad del Pterodáctilo, dotada de cuatro largas garras y cabeza enorme.

c) ERA MESOZOICA O SECUNDARIA. — La era secundaria fué una era de calma, durante la cual la evolución se realiza

(1) Nombre que proviene de Harz, macizo montañoso de la Alemania Central, donde quedan restos muy bien estudiados.

de modo lento. En el reposo de las aguas se depositan sedimentos calizos de origen coralino, lo cual indica que las aguas debían ser transparentes y tibias. Entre las grietas abiertas en la corteza de la Tierra circulan aguas fuertemente mineralizadas, que con el transcurso del tiempo fueron dejando en sus cauces depósitos metálicos, hasta rellenar las hendiduras, formándose así los actuales *filones de hierro*, cobre, plomo y mercurio (1).

La vegetación del período carbonífero ha desaparecido en gran parte, dominando en la era secundaria las *cicadeas* y las *coníferas*. Las *palmeras* hacen su aparición al final de la era, así como también las plantas *dicotiledóneas*, es decir, plantas que cambian las hojas anualmente, lo cual indica que el clima, muy uniforme todavía durante esta época, empieza a modificarse.

Purificada la atmósfera, adquiere gran importancia en esta era la fauna terrestre, de tal modo que se la llama la *era de los reptiles*. Entre la fauna acuática se desarrollan espléndidamente los moluscos cefalópodos, llamados *amonitas*, que llegan a adquirir gran tamaño. Aparecen, además, los primeros peces con esqueleto óseo (*teleosteos*), las primeras *aves* (como veremos más adelante) y los primeros *mamíferos*.

Los grandes monstruos de la era secundaria. — En la Edad Media la fantasía humana creó monstruos espantosos, algunos de los cuales figuran en las leyendas o se hallan representados en las gárgolas de ciertas catedrales góticas. No

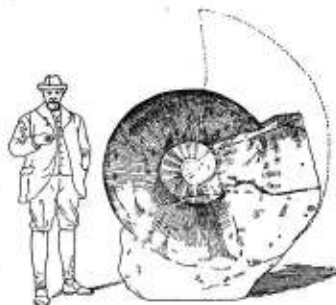
(1) Son de esta época las minas de hierro de Bilbao; las de cobre, de Huelva; las de plomo, de Linares, y las de mercurio, de Almadén.

obstante, con frecuencia la realidad supera a la fantasía, y prueba de ello son los monstruos de la era secundaria, los formidables *saurios* de sorprendente aspecto, cuya existencia se pondría en duda a no hallarse en los Museos de Paleontología las evidentes muestras de sus esqueletos.

Los monstruos marinos más notables eran entonces los llamados *Ictiosaurios*, cuyo nombre proviene de las palabras griegas *ichtus*, que significa pez, y *saurio*, que significa lagarto. Eran éstos unos reptiles nadadores muy voraces. Su cuerpo era pesado como

el de un cetáceo; la cabeza estaba unida al tronco por medio de un cuello corto, y terminaba en punta para poder abrirse fácil paso entre las aguas. Las mandíbulas eran poderosas, con más de doscientos dientes, entre los cuales retenía su presa. Notables eran en este animal los ojos, que alcanzaban el tamaño de la cabeza de un hombre y estaban protegidos, a su alrededor, por un anillo de sólidos huesos.

Los ictiosaurios se alimentaban de peces, cuidaban con gran solicitud a sus propias crías, y lo más notable es que este cuidado no impedía que luego devorasen a sus mismos hijos, tal como hacen hoy unos peccecitos muy conocidos, llamados *espinosos*, que se crían en los acuarios.



Amonita. — Molusco colosal que se arrastraba en el fondo de las aguas. En Westfalia se halló un ejemplar fósil cuyo diámetro alcanzaba 2'55 metros y cuyo peso era de 3.500 kilogramos. (Pág. 272)

Esto se ha averiguado examinando los excrementos fósiles de los ictiosaurios, y sobre todo al hallar en el interior de estos animales, en el lugar correspondiente al estómago, los restos de pequeños ictiosaurios devorados.

Los excrementos hallados en gran cantidad en los terrenos jurásicos de Inglaterra, y conocidos con el nombre de *coprolita*, dejan adivinar por su forma cómo debía ser el instinto de los ictiosaurios. Según parece, se asemejaba al de las ballenas actuales. Esos excrementos, muy ricos en fósforo, son utilizados como abono.

Otro saurio gigantesco es el *Plesiosaurio*, cuyo nombre proviene de *plesion*, que en griego significa "cerca de", y *saurio*, lagarto, como indicando que se parece más al lagarto que el ictiosaurio. Los plesiosaurios tenían un cuello larguísimo, que seguramente estiraban dentro del agua para facilitar la natación. Su órgano propulsor no era la cola, como en el ictiosaurio, sino las aletas, de modo que entre el ictiosaurio y el plesiosaurio se puede establecer la misma diferencia que existe entre el barco movido por una hélice y el que se mueve por medio de remos laterales. La pequeña cola del plesiosaurio debía hacer las veces de timón. En tierra este animal se movería con gran dificultad y torpeza, quizá como las focas actuales, pues sus miembros están mejor dispuestos para la vida acuática. La cabeza del plesiosaurio era pequeña y su boca estaba armada de dientes finos, dispuestos para coger y sujetar peces vivos.

Al principio los plesiosaurios no eran de gran tamaño, pero después alcanzaron una longitud de 20 metros.

Tanto los ictiosaurios como los plesiosaurios respiraban el aire atmosférico, como sucede hoy con las ballenas, las cua-

les, a pesar de ser animales acuáticos, respiran por medio de pulmones.

Entre los reptiles terrestres de la época secundaria merecen citarse el *iguanodonte*, el *atlantosawio*, el *diplodocus*, el *estegosaurio*, el *tricerátops* y otros.

En Bélgica, en el año 1878, se descubrieron en una mina de carbón 29 reptiles fósiles, que medían unos 10 metros de longitud. Entre ellos se encuentra el *iguanodonte*, animal que se semejaba al canguro por su tendencia a sentarse sobre las patas traseras, las cuales, junto con la cola, formaban como un trípode. En esta posición el monstruo tenía libres las patas delanteras. Éstas eran relativamente cortas y, según parece, sólo le servían para defenderse o apcarse, aunque estaban dotadas de un arma terrible, consistente en una especie de espolón, agudo como un puñal, que sobresalía de sus gruesos pulgares. Se comprende lo eficaces que debían ser en la lucha ese par de estiletos esgrimidos libremente por las patas delanteras del monstruo.

Por otra parte, este animal,



El *Tricerátops* poseía tres cuernos en la cabeza y alcanzaba una longitud de 12 metros. (Pág. 269)

cuyo cuerpo alcanzaba una longitud de 20 metros y una altura de 6, tenía la cabeza muy pequeña, desproporcionada, y su dentadura indica que fué puramente vegetariano.

El *Diplodocus* era otro ser descomunal. En la América del Norte se han hallado los mayores ejemplares. Los huesos del diplodocus llamado de Carnegie han sido reproducidos en yeso, con objeto de que varios museos puedan poseer una imagen de aquel ser fantástico.

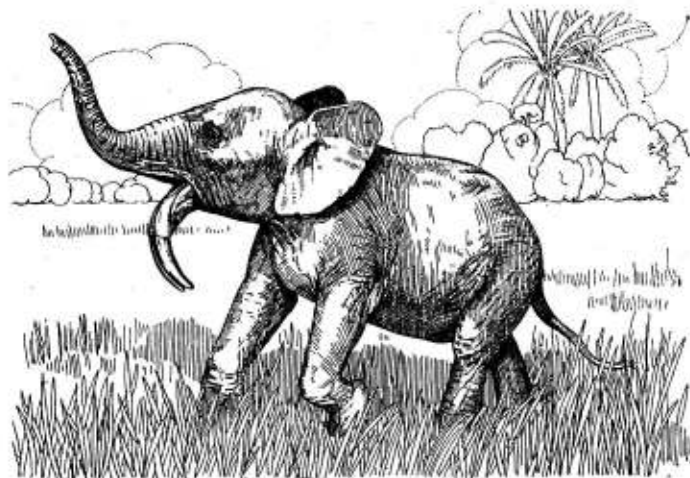
Lo más importante de este animal es el cuello y la cola. Sólo el cuello mide ya 6 metros de largo, y todavía se discute si el animal era capaz de mantenerlo erguido o se veía obligado a arrastrarlo por el suelo, doblándolo en forma de S. Las patas son muy cortas y hacen las veces de cuatro gruesas columnas destinadas a sostener el peso del cuerpo. Como en muchos de estos animales, las patas posteriores son más poderosas que las anteriores. Merece citarse, además, el hecho de que, con el examen de la columna vertebral del diplodocus, se ha hallado que el lugar donde deben tener su origen los nervios motores de las patas traseras, presentan un ensanchamiento, como indicando que esos nervios debían tener una importancia excepcional, en relación con el trabajo que debía incumbirles.

Mayores todavía que los citados eran los monstruos cuyos restos se han hallado en las Montañas Rocosas, de la América del Norte. El *Brontosaurio* (de *bronto*, trueno, y *saurio*, lagarto), era un coloso de 22 metros de longitud; el *Estegosaurio* era un animal que ofrecía la particularidad de poseer unas grandes placas óseas a todo lo largo de

la columna vertebral; el *Atlantosaurio* es el mayor de los animales que han existido en la Tierra: su longitud alcanzaba de 35 a 40 metros.

Curiosísimo es también el llamado *Tricerátops*, monstruo que medía 12 metros de largo y poseía tres cuernos en la cabeza.

Además de los citados, se han hallado en África restos de otros animales de esta época, cuyas dimensiones debieron ser colosales. Una vértebra de las halladas mide 1'20 metros, y una costilla, 2'50 metros.



Dicotyles. — No se han hallado esqueletos completos de este paquidermo, pero ha podido ser reconstruido. Media 5'50 metros de longitud. Tenía vueltos hacia abajo los colmillos de la quijada inferior, al revés de los elefantes y el mamut. Vivía mucho en el agua, y sus colmillos le servían como de ancla para cogerse a las rocas de la orilla y evitar que le arrastraran las corrientes más furiosas. (Pág. 278)

Ninguno de estos saurios gigantes ha podido sobrevivir y acomodarse a los cambios que ha ido sufriendo el ambiente físico.

Su desaparición se explica, hasta cierto punto, por las épocas de fríos glaciales que sobrevinieron después. Los saurios eran animales de piel desnuda, privados de toda protección contra las temperaturas extremas. Eran animales de sangre fría, como nuestras lagartijas, y sabido

es que estos bichos se aletargan en cuanto baja la temperatura, y sólo recobran su actividad con el retorno de la primavera. Los grandes fríos que siguieron a la temperatura templada de la era secundaria, seguramente sumieron a aquellos monstruos en un profundo letargo, del que no han vuelto a despertar.

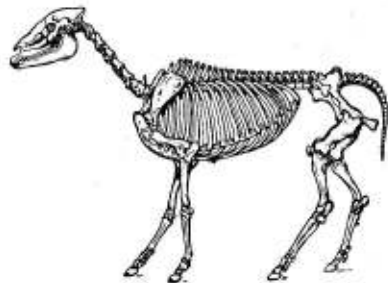
Además de los reptiles terrestres y acuáticos, existían en esa época unos extraños reptiles voladores. Entre las piedras litográficas de una localidad llamada Solenhofen (Baviera), se han hallado los restos de la primera ave conocida, llamada *Arqueoptérix* (de *arkaios*, antiguo, y *pteron*, ala), tipo de



Titanoterio (llamado también «*Brontops robustus*»). — Era un animal alto y grueso. Medía 3'60 metros de largo, sin incluir la cola, y una altura de 2'40 metros. Tenía las patas más cortas que el elefante actual. Se parecía, más que ningún otro de los cuadrúpedos actuales, al rinoceronte. Vivió en la época terciaria.

transición entre los reptiles y las aves. Tiene el arqueoptérix un pico dentado, como los reptiles, y una cola también de reptil; en cambio, su cuerpo posee alas con plumas. Dos ejemplares existen de este interesante animal: uno en Berlín y otro en Londres.

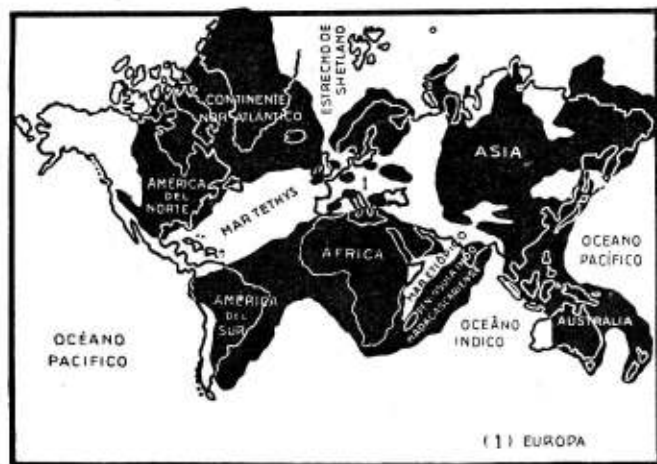
También era volador otro reptil llamado *Pterodáctilo* (de *pteron*, ala, y *dactilo*, dedo), cuyo aparato volador consistía en una membrana que enlazaba, como en los murciélagos, los miembros anteriores a los posteriores, y estaba sostenido por un solo dedo muy largo, que corresponde a nuestro meñique. La cabeza era alargada y chata, provista de un pico armado de 60 dientes agudos. Este animal no era de gran tamaño. Vendría a ser como uno de los actuales gavilanes. Con las garras se sujetaba a las ramas de los árboles y desde allí se dejaba caer al suelo. Se alimentaba de libélulas, saltamontes, grandes escarabajos, que entonces alcanzaban hasta 12 centímetros de largo. Ni el arqueoptérix ni el pterodáctilo eran grandes voladores. Para buscar su alimento no necesitaban recorrer grandes distancias, ni se veían tampoco obligados a atravesar grandes brazos de mar. Sus alas les servirían seguramente de paracaídas.



Esqueleto de Hiparión. — Este animal era de la familia del caballo, y poseía tres dedos en las patas, en lugar de casco como el del caballo actual. (Pág. 278)

De mayor tamaño, seguramente la mayor de las aves que han existido, es el *Ptenarodón*, que medía 6 metros de

envergadura, el doble de lo que miden las mayores aves actuales. El pteranodón tiene ya una osamenta ligera y adecuada para el vuelo. Se cree que esta ave vivía cerniéndose



Continentes y mares, a mediados de la era secundaria «jurásico»

dose sobre las aguas, y sólo se detenía en la costa durante la época de la puesta. Los restos de pteranodón son muy abundantes.

Entre los tipos curiosos de la fauna de esta era, merecen citarse las *Amonitas*, moluscos representados hoy por los *Nautilus*. Estos moluscos se arrastraban en el fondo de las aguas y sus restos se hallan en los sedimentos marinos. Las amonitas adquirieron un gran desarrollo en esta época. En el año 1895, en la localidad de Lüd'ngshausen (Westfalia) fué hallado un ejemplar de amonita fósil, con un diámetro de 2'55 metros y un peso de 3.500 kilogramos.

Más tarde, cerca del mismo lugar, se halló otro que pesaba 3.000 kilogramos.

Durante la Edad Media se habló mucho de pulpos gigantes que, según contaban, eran capaces de sostener un regimiento y de hundir un barco con uno solo de sus tentáculos. Estas exageraciones tenían, no obstante, un fondo de verdad. En los tiempos modernos se han hallado pulpos de dimensiones extraordinarias. El mayor de todos se conserva en el Museo de Buenos Aires.

Las grandes divisiones de la era secundaria. —

La era secundaria se divide en tres períodos: *triásico*, *jurásico* y *cretáceo*.

Período triásico (1). — Se caracteriza, entre otras cosas, por la existencia de un clima muy seco en las cuencas interiores, lo cual dió origen a la desecación de esas cuencas y a la formación de sedimentos calizos, yesosos y salinos.

Período jurásico (2). — En éste se forman los depósitos de calizas coralinas más importantes que se conocen; se forman también depósitos de hulla, lignitos y las margas que han de dar lugar a la formación de las piedras litográficas. Es también de este período la formación de la piedra que sirve para fabricar la cal hidráulica y el cemento.

Período cretáceo. — Éste debe su nombre a la presencia de la *creta*, roca caliza en la que se encuentran muchos restos de conchas.

(1) Llamado así por su subdivisión en tres capas.

(2) Así llamado por haber sido estudiado en las montañas del Jura.

El aspecto de la Tierra durante la era secundaria. — Las principales transformaciones que sufre la Tierra preparan el advenimiento de nuevas formas de vida, y la apertura de los grandes surcos llamados *geosinclinales* anuncian, para la era siguiente, los sistemas montañosos actuales.

De estas geosinclinales, la más importante es la que el gran geólogo Suess denominó *Tetis*. Ese inmenso surco se extendía desde las Antillas hasta las islas de la Sonda, a través del Atlántico norte, Europa, el Cáucaso y el Asia meridional. Era muy profundo, y esto explica que, al plegarse los sedimentos en él depositados, diesen origen a las más altas cordilleras del globo. Otra geosinclinal importante fué la llamada *Uraliana*, que se abrió en el emplazamiento de los Urales. Al final de ésta, la India y Madagascar se separan de África, pero permanecen unidas a Australia.

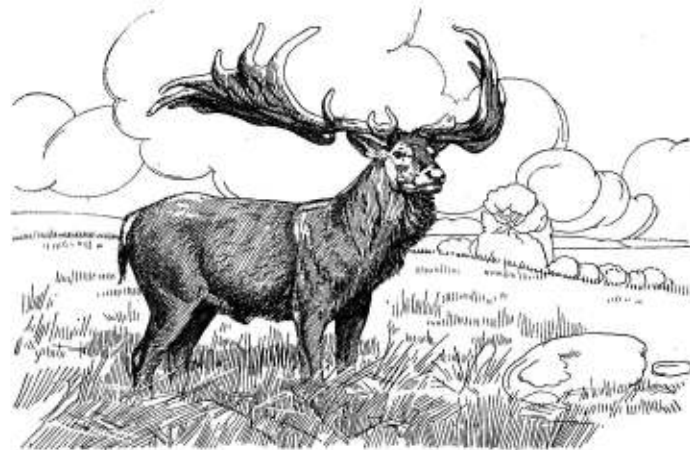
Un acontecimiento digno de citarse fué el hundimiento de la masa terrestre que ocupaba la extensión del Pacífico, y se supone había emergido en los tiempos primarios. Como prueba de la existencia de ese continente, se cita el hecho de que las mayores profundidades de ese océano se hallan, no en su centro, sino en las costas de Asia y de la América del Sur.

d) ERA CENOZOICA O TERCIARIA. — La era terciaria ofrece una gran actividad orogénica, es decir, que en ella se forman los grandes pliegues montañosos que constituyen las más importantes cordilleras actuales. Estas modificaciones en el relieve terrestre influyen indudablemente en los climas, estableciéndose notables diferencias en las distintas zonas, y acentuándose el contraste entre el clima de los polos y el del

Ecuador, con lo cual desapareció la uniformidad existente en la época secundaria.

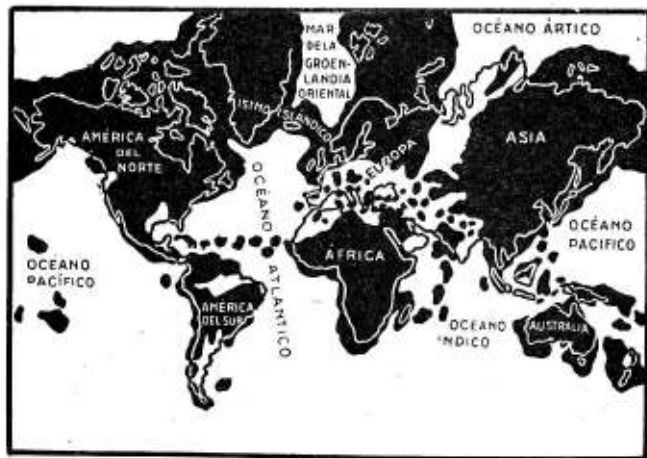
La variedad de climas trajo consigo profundos cambios en la flora y la fauna terrestre. Las plantas de hoja caediza, que se adaptan al cambio de las estaciones, se desarrollan y diversifican, así como las palmeras, substituyendo a las plantas de la época secundaria, que eran de hoja perenne. Los grandes saurios de piel desnuda desaparecen, por no poder adaptarse al nuevo ambiente, y se desarrollan diversas especies de mamíferos que toman posesión de la Tierra.

La era terciaria se divide en cuatro períodos: El *eocono* (aurora de lo moderno), el *oligoceno* (escasez de lo moderno), el *mioceno* (moderno medio) y el *plioceno* (plenitud de lo moderno).



Megacero. — Especie de ciervo, de cuernos dispuestos horizontalmente y que alcanzaban, de un extremo a otro, una extensión de cuatro metros. (Pág. 282)

Período eoceno. — Durante este período se inician, en la fauna y la flora, las formas actuales; de ahí su nombre (aurora de lo moderno).



Continents y mares durante la era terciaria

Los terrenos calizos característicos de este período se llaman *numulíticos*, por contener gran número de fósiles de *numulitos*, conchas en forma de moneda (1), cuyo tamaño varía desde el de una lenteja al de un duro. El interior está formado por una cavidad en espiral, dividida en gran número de compartimientos. La fauna eocena está mejor caracterizada por los *paquidermos* (animales de piel gruesa), cuyos representantes actuales son los hipopótamos, elefantes, rinocerontes, jabalíes, etc. Los más notables eran el *Paleoterio* y el *Anoploterio*. El primero se parecía al rinoceronte, por la dentadura; al caballo, por la configuración general,

(1) De ahí su nombre *numulitos*, de *nummus*, moneda.

y al tapir, por la exigüidad de su trompa. Como todos los antecesores del caballo, tenía tres dedos en las patas. Los *anoploterios* (animales sin armas) formaban un género que se caracterizaba por su larga y vigorosa cola, que servía de propulsor y de timón. Este género, de cuerpo esbelto y gracioso, tenía las patas terminadas en dos dedos, como los rumiantes actuales.

Período oligoceno. — En este período desaparecen los *numulitos*, adquiriendo gran importancia los *insectos* y *arácnidos*, admirablemente conservados en el ámbar o resina fósil. Continúan desarrollándose las *aves* y aproximándose a las formas actuales, abundando en las aguas marinas los *escudidos*.

La flora es abundante, como lo demuestran los depósitos de *lignitos* de este período.

Del período oligoceno son las montañas de sal de Cardona.

Período mioceno. — Durante el período mioceno tiene lugar el levantamiento definitivo de las grandes cadenas del sistema alpino, repercutiendo



Megaterio. — Era un monstruo peculiar de la América del Sur, que tenía algo del perezoso, del hormiguero y del armadillo actuales. Uno de los esqueletos que se han hallado mide una longitud de 5'50 metros. El espesor, la forma y disposición de los huesos demuestran que debía de tener una fuerza descomunal. Opinan los naturalistas, que con las fortísimas garras desenterraba las raíces de los árboles y luego los derribaba y tronchaba con sus poderosos brazos, para comerse las hojas. No tenía dientes frontales, aunque sí enormes muelas. Las patas posteriores y la robusta cola le servían para tenerse en pie y alcanzar las ramas bajas de los árboles que no podía tronchar, y así las desgajaba. Tenía, además, la lengua larga y poderosa, con la cual, como lo hacen hoy las jirafas, rompía las ramas delgadas de los árboles. (Pág. 282)

en la fauna estas grandes modificaciones del relieve terrestre.

La flora va enriqueciéndose y demuestra un clima más suave que el actual multiplicándose las *gramíneas*.

Los *mamíferos* alcanzan su mayor desarrollo, distinguiéndose los *proboscidios* (animales dotados de trompa prensil), de tallas gigantescas. Uno de ellos, el *Dinoterio* (animal extraño), de enorme cabeza, tenía dos defensas en la mandíbula inferior, dirigidas hacia el suelo, y una trompa. Su altura era de 4'50 metros y su longitud de 6. La estructura de su cabeza reunía los caracteres del elefante, del hipopótamo y del tapir. Se presume que vivía en los lagos y ríos, donde el agua le ayudaba a soportar el enorme peso de su cuerpo. Las defensas (que clavaba en las orillas) le servían de áncoras para no dejarse arrastrar por la corriente, y también las utilizaba para apoyarse al salir del agua. Con ellas escarbaba, además, la tierra, de la que extraía raíces. Cuando se veía atacado, las defensas se convertían en armas formidables.

Entre los proboscidios merecen citarse los *mastodontes*, con defensas en las dos mandíbulas. Las de la superior llegaban a tener una longitud de dos metros. Se diferenciaban de los elefantes en la forma de los dientes; éstos en lugar de ser planos, tenían una corona erizada de tubérculos.

En el transcurso del período aparecen los primeros monos, llamados *antropomorfos* (de forma humana).

Otro ejemplar de este período es el *Hiparión*, mamífero antecesor del caballo, que tenía tres dedos en las patas. Los *rumiantes* se multiplican considerablemente, gracias al desarrollo de extensiones herbosas y campos de gramíneas,

pudiendo decirse que en general la fauna es la que corresponde a los países templados y muy semejante a la que existe hoy en el Senegal y Guinea.

Período plioceno.

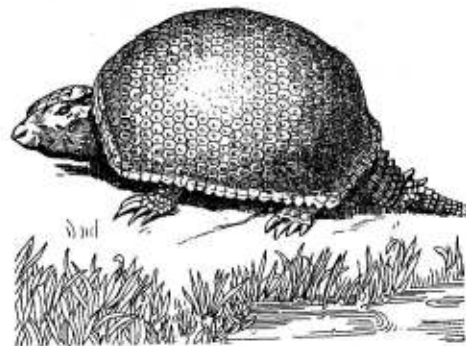
— Las condiciones geológicas y geográficas del período plioceno se parecen ya mucho a las actuales. Un enfriamiento se produce al principio del período, con lo cual se forman los

primeros glaciares. El clima, más frío y cambiante, ahuyenta las palmeras, que se refugian en las zonas centrales. Se desatrolla una flora muy semejante a la actual.

La fauna continúa evolucionando hacia los tipos actuales; se desarrollan el *perro* y otros *carnívoros*, que viven a favor de la abundancia de *herbívoros*. En las cavernas se encuentran mezclados los huesos de los carnívoros y los de sus víctimas. Los grandes proboscidios del período anterior desaparecen, desarrollándose el *elefante*. También desaparece el *hiparión*, dejando su lugar al *caballo*.

El aspecto de la Tierra durante la era terciaria.

— En el período eoceno se produce un hecho importante:



Gliptodonte. — Era una especie de armadillo, como los de la América del Sur, pero gigantesco, pues su concha llegaba a medir una longitud de 2'50 metros. Además del gran caparazón que les cubría todo el cuerpo, tenían protegidas también la cabeza y la cola. (Pag. 2'2)

las dos Américas quedan separadas por un mar que ocupó el emplazamiento de Méjico. El Brasil se separa también de las tierras africanas, con lo cual queda abierto el Atlántico meridional. Entre España y la península de la Florida debió hallarse un cordón de islas. A este período corresponde el levantamiento de grandes cordilleras americanas.

En el período oligoceno se levanta el Pirineo y se hunde el valle del Rin, entre los Vosgos y la Selva Negra.

En el período mioceno se sueldan las dos Américas, antes separadas, lo cual da origen a la corriente del golfo de Méjico (*Gulf-Stream*). Se hunde el Océano Índico, quedando Madagascar separada de Australia. Hacia el final del período se levantan los Alpes y la cadena del Himalaya, mediante la cual la península india quedó soldada al Asia. Corresponden también a este período el levantamiento del Apenino, de la Penibética y de las cadenas marroquíes. Grandes hundimientos se producen en el Mediterráneo, originándose, además, la enorme falla o zona hundida del Gohr, que comprende el valle del Jordán, el Mar Muerto, el Mar Rojo y los grandes lagos africanos.

Durante el período plioceno el sistema alpino alcanza su mayor altura. Es interesante saber que Inglaterra estaba unida al Continente, la Península Ibérica al África, Córcega y Cerdeña a Francia y Holanda estaba bajo las aguas. El Mar Báltico, el Norte y el Negro no existían; en cambio, todo el Sudeste de Europa estaba ocupado por grandes lagos, los restos de los cuales son el Mar Caspio y el Aral.

El aspecto de Europa se modificó al abrirse, en esta misma época, el estrecho de Gibraltar, al propio tiempo que se cerraba el canal que comunicaba el Mediterráneo con el



Eptornis. — En Madagascar se han hallado huevos y huesos de esta ave colosal, pero no ha podido reconstruirse un esqueleto entero. Uno de estos huevos era tan enorme, que su diámetro tenía 35 centímetros, tanto como tres de avestruz. Por el tamaño de aquel huevo y por una tibia y un fémur que se conservan en París, se puede colegir que el Eptornis era tan gigantesco como el Dinornis de Nueva Zelanda. (Pág. 282)

Atlántico, entre el Rif y el Atlas. El Atlántico norte empezó a abrirse, con lo cual la Corriente del Golfo adquirió el régimen que tiene actualmente.

e) ERA PLEHISTOCÉNICA O CUATERNARIA. — La era plehístocénica (1) es aquella en que el clima, los organismos y la tierra acaban de evolucionar, hasta adquirir el carácter y las formas actuales.

El clima en la era cuaternaria sufre grandes alternativas, siendo unas veces frío y húmedo, otras frío y seco y otras templado y húmedo.

Los cambios más interesantes son los producidos por los fenómenos de *glaciarismo* (2), durante los cuales los glaciares de la zona templada adquirieron gran importancia, avanzando

(1) La más nueva o moderna.

(2) Las hipótesis sustentadas para explicar estos cambios son las siguientes: a) una modificación en el eje de la Tierra, de modo que los polos venían a ocupar el centro de Europa; b) un cambio en el brillo y diámetro del Sol; c) una desviación de la órbita de la Tierra, y d) la desigual producción de las manchas solares. Hasta ahora ninguna de estas teorías tiene un fundamento suficientemente sólido.

los hielos hasta recubrir varias veces casi toda Europa y América.

El descubrimiento más esencial que se ha hecho en los terrenos cuaternarios, consiste en que en ellos se han encontrado por primera vez *restos humanos*. El hombre, pues, hizo su aparición en esta era, ya que ningún rastro de él se encuentra en las anteriores.

En la era cuaternaria la flora es ya la actual, aunque algunas especies hayan desaparecido.

Contemporáneos de la aparición del hombre fueron el *reno*, animal que durante las épocas glaciales se hallaba en el Sur de Europa; los *ciervos* de amplios cuernos (*cervus megaceros*), con una envergadura de cuatro metros; los *Aurocos*, bueyes gigantes, del tamaño de un elefante; el *Mamut*, elefante monstruoso, de una altura de cinco a seis metros, recubierto de largos pelos que lo protegían de los fríos intensos. Ya hemos explicado antes cómo uno de éstos fué encontrado en Siberia, a fines del siglo XIX, en perfecto estado de conservación y con parte de su carne y piel.

El hombre primitivo tuvo que luchar con fieras terribles, como el *oso de las cavernas*; el gran *gato de las cavernas*, mezcla de tigre y león, pero de gran tamaño; la *hiena de las cavernas*, y otros muchos animales feroces.

Son notables en esta era el *Gliptodonte*, tortuga cuya concha medía 2'50 metros; el *Megaterio* (animal grande), de cuerpo macizo y armado de uñas ganchudas, y la *Dinornis*, ave gigante de 3'50 metros de altura.

Cambios ocurridos durante la era cuaternaria.

Los cambios ocurridos son de detalle, ya que las líneas

generales de los grandes continentes quedaron trazadas en la era anterior.

Como hechos notables merecen citarse: la separación entre Inglaterra y Europa; el Atlántico norte acaba de abrirse definitivamente con el hundimiento de la Atlántida; se forman el Báltico, el Mar Egeo, el Adriático y los estrechos del Bósforo y los Dardanelos.



Cuvier (1769 - 1832)

INDICE

	<u>Págs.</u>
PREFACIO	5
Los faros	
Servicios que prestan a la navegación	8
La forma de los faros	9
Instalación y situación de los faros	9
Visibilidad de los faros	13
Los mecanismos del fuego en los faros	14
Unos extraños y maravillosos visitantes	15
Las hormigas	
Los estados por que pasa la vida de las hormigas	19
Sus partes	20
Clases de hormigas	20
Las habitaciones de las hormigas	21
Las clases de hormigas que hay en un nido	22
El alimento de las hormigas	22
Los amigos de las hormigas	22
Las luchas de las hormigas	23
El mercurio	
Los dos nombres de este metal	25
Sus cualidades	25
Dónde se halla	26
Su utilidad	26
Cómo se extrae del mineral	28

Una visita a la Alhambra		Págs.
Construcción del palacio		29
Su pasado y su presente		30
El Patio de la Alberca		34
El Patio de los Leones		34
La Sala de los Abencerrajes		36
La Sala de las Dos Hermanas		37
El Salón de los Embajadores		38
Los famosos azulejos de la Alhambra		39
La pesca		
La pesca con caña		41
La pesca con anzuelo, en alta mar		43
La pesca con trampas		46
La pesca con redes		47
La pesca de especies marinas en los ríos		51
Maneras excéntricas de pescar		53
La pesca de esponjas y ostras perleras		55
Las épocas de pescar		56
La caza del coloso de los mares		57
La fotografía		
Los inventores		65
Qué es una cámara oscura		66
El ojo humano es una cámara fotográfica		66
El objetivo fotográfico		69
Clases de objetivos		72
Para escoger un objetivo		73
Los aparatos fotográficos y sus accesorios		74
El obturador		75
La velocidad de obturador necesaria		77
Las placas sensibles		78
Por qué se impresiona una placa fotográfica		79
Conservación de la imagen latente		80

	Págs.
Determinación del tiempo de exposición	80
Desarrollo de la imagen negativa	81
Los écrans o pantallas ortocromáticas	82
La fotografía estereoscópica	82
El papel fotográfico y el tiraje de pruebas	83
Las ampliaciones	83
La fotografía en colores	85
La fotografía artística	86
El oro	
Sus cualidades	87
Sus aleaciones	88
Dónde se halla	90
Cómo se extrae del cuarzo y de la arena	90
Su utilidad	90
Los buscadores de oro	92
El buzo	
El traje del buzo	93
El arte antiguo	
El arte de los pueblos primitivos	99
La arquitectura primitiva	100
La construcción	101
El transporte de materiales	102
La construcción arquitectónica más antigua del mundo	102
El arte y la arquitectura egipcios	106
La técnica, la habitación, la fortaleza	109
El arte caldeo, asirio y persa	112
El arte griego	116
El arte griego arcaico	118
El arte griego clásico	120

	Págs.
El arte griego después de Alejandro	126
El arte etrusco	130
El arte romano	131
El fondo del mar	
El estudio del mundo submarino	137
El fondo del mar	138
Los grandes abismos	140
La luz del sol y los fondos submarinos	140
La temperatura del mar en la superficie y en los fondos	142
Las corrientes y los mares de sargazos	143
El color y la fosforescencia del mar	144
Las algas	145
El fango submarino	146
Zoología marina	148
Las zonas de la vida marina	149
Los animales de la zona litoral	150
Los animales de la zona abismal	151
Los animales pelágicos o flotantes	153
Los peces pelágicos	155
Cómo flotan los animales pelágicos	155
Cómo se alimentan los animales del mar	156
Coloración y mimetismo de los animales marinos	159
Las grandes presiones y la vida de los seres marinos	161
Algunos seres marinos luminosos	162
Una visión del fondo del mar	164
Las artes del libro	
La imprenta	167
Los sistemas de imprimir	167
Las máquinas de imprimir	169
La imprenta. La composición a mano	172
La composición mecánica	173
Las máquinas de componer	174

	Págs.
Funcionamiento de la máquina	174
Los grabados	176
La tricromía	178
El huecograbado o rotograbado	181
La estereotipia	183
Cómo se hace un libro	184
La encuadernación	185
La litografía	186
Cómo se ejecuta una litografía en colores	187
La fototipia	189
Agua fuerte y talla dulce	189
Los talleres	189

El automóvil

El origen de los motores de explosión	191
Cómo funciona un motor de automóvil	193
Las válvulas	195
Cómo funcionan las válvulas	198
Motores con varios cilindros	199
Cómo se pone en marcha un motor	201
Cómo se produce la explosión	202
Cómo se produce el gas de bencina	204
La refrigeración	207
Cómo se interrumpe la marcha del automóvil, sin parar el motor	208
Cambio de velocidades	210
El diferencial	216
Cómo se rige el automóvil	218
Los frenos	218
Los muelles	221
El neumático	221
La luz y el arranque eléctricos	224
Comodidad y utilidad del automóvil	226
Las carreras de automóviles	227

Resumen de historia de la Tierra

Págs.

I.—NACIMIENTO Y COMPOSICIÓN DEL PLANETA

El problema de la formación de la Tierra	229
Cómo nacieron los astros, según Laplace	231
La vida y la muerte de los astros	233
El estado flúido de la Tierra	236
Las pruebas que permiten suponer que la Tierra pasó por un estado flúido	237
Lo que son los fósiles	239
Lo que nos cuentan los fósiles	240
La obra magistral de Cuvier	241
Distintas clases de rocas que forman la parte sólida del planeta ..	243
La formación de las montañas	250

II.—LOS GRANDES PERÍODOS DE LA HISTORIA TERRESTRE

Cómo la historia de la Tierra se divide en grandes épocas	251
Período cámbrico	255
Período silúrico	256
Período devónico	257
Período carbónico	258
Período pérmico	262
El aspecto de la Tierra durante la era primaria	263
Los grandes monstruos de la era secundaria	264
Las grandes divisiones de la era secundaria	273
Período triásico	273
Período jurásico	273
Período cretáceo	273
El aspecto de la Tierra durante la era secundaria	274
Período eoceno	276
Período oligoceno	277
Período mioceno	277
Período plioceno	279
El aspecto de la Tierra durante la era terciaria	279
Cambios ocurridos durante la era cuaternaria	282