

JOSE DE RECASENS
BERNARDO LONDOÑO

REC. NO. 113
O LONDONO

LA NATURALEZA

NATURALEZA

BIOLOGIA HUMANA
LOGIA HUMANA

...olutivo del programa de
...atoma, Fisiología e Higiene)
el Cuarto Año de Enseñanza
Media

He
HERMANOS
GOMEZ
PEYER



LUNTAD

Handwritten notes and scribbles in blue ink at the top right.

~~Handwritten scribble in blue ink.~~

Vertical handwritten notes in blue ink:
saludar - greetings
cuarenta días - Good germinal
profesora - teacher
preste se por favor - dit do
gracias - thank you

Handwritten scribbles and marks in blue and red ink at the bottom right.

Vertical handwritten notes in blue ink on the yellow background:
EPIE
D...

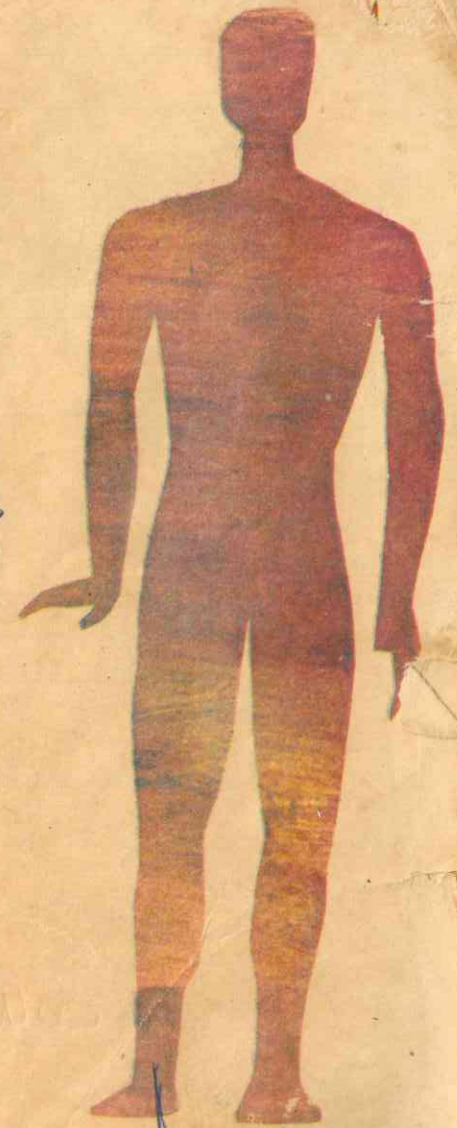
Handwritten initials 'M' in blue ink.

ES PROPIEDAD.
Queda hecho el depósito que marca la ley.

911
COLOMBIA
1969

INDICE

	Pág.
Prólogo	7
1. Los orígenes de la humanidad	9
2. La digestión	21
3. La circulación	59
4. La respiración	99
5. La nutrición	119
6. La excreción	141
7. La reproducción	165
8. La herencia	179
9. La estructura ósea	193
10. El movimiento	217
11. La integración biológica	233
12. La psicología	271
13. El medio biológico humano	285
14. El medio social	297



911
COLOMBIA
1969

LAS ERAS GEOLOGICAS

ERAS	PERIODOS	DURACION
<i>CUATERNARIO</i>	Holoceno	20.000 años
	Pleistoceno	1 millón de años
<i>TERCIARIO</i> <i>Cenozoico</i>	Plioceno	15 millones de años
	Mioceno	30 millones de años
	Oligoceno	40 millones de años
	Eoceno	60 millones de años
<i>SECUNDARIO</i> <i>Mesozoico</i>	Cretácico	120 millones de años
	Jurásico	150 millones de años
	Triásico	190 millones de años
<i>PRIMARIO</i> <i>Paleozoico</i>	Pérmico	220 millones de años
	Carbonífero	280 millones de años
	Devónico	320 millones de años
	Silúrico	350 millones de años
	Ordovicense	400 millones de años
	Cámbrico	500 millones de años
<i>ARCAICO</i>	Precámbrico	1.500 millones de años
<i>AZOICO</i>		?

CUATERNARIO

	PERIODOS	GLACIACIONES	CULTURAS
<i>HOLOCENO</i>	20.000 años	Würm - hasta hoy	Neolítico
<i>PLEISTOCENO</i>	Superior	Würm	Paleolítico superior
	200.000 años	Riss - Würm	Paleolítico medio
	Medio	Riss	Paleolítico Inferior
	300.000 años	Mindel - Riss	
Inferior	Mindel		
500.000 años	Gunz		

PROLOGO

El presente texto-guía desarrolla el programa de ciencias naturales de cuarto año de enseñanza media dedicado a la Anatomía, a la Fisiología y a la Higiene. Estos apartes de la ciencia no agotan toda la biología humana por lo cual hemos agregado en esta obra cuatro capítulos: El Origen de la Humanidad, La Psicología, El Medio Biológico Humano y El Medio Social

Cualquier estudio que se hiciera sobre las abejas, por ejemplo, no estaría completo con la sola descripción del animalito sino que habría que indicar cómo hace la colmena, cuáles son sus costumbres, qué papel desempeñan las reinas, etc. No es concebible, por tanto, que la biología humana quede reducida a describir unos huesos, unos músculos y algunas otras particularidades y no hablara, aunque fuera a grandes rasgos, del psiquismo, del vestido, de la habitación y de cómo ha sido la evolución de la sociedad humana en el curso de la historia.

Es evidente que en un texto como el presente solo podemos tratar estos temas en forma somera, por lo cual los cuatro capítulos adicionales servirán para que el lector tome conciencia de todo lo que es el Hombre y que lo menos importante de él son su esqueleto, su aparato digestivo, su corazón y su aparato reproductor. Estos no son sino el substrato material en el cual se insertan sus más importantes aspectos: su psicología, la obra magnífica que ha desarrollado desde el Paleolítico hasta nuestros días, el lenguaje, la industria, las bellas artes y su capacidad de vivir en sociedad como ser moral, es decir, responsable de su familia y del medio social que lo rodea.



En este orden de ideas hemos adelantado el desarrollo del programa con el mismo criterio que ha guiado a los autores y a la editorial en los textos publicados anteriormente sobre ciencias naturales. Hemos agregado al final de cada capítulo una orientación bibliográfica con obras al alcance de los estudiantes de bachillerato, algunas de las cuales podrían estudiarse colectivamente durante el año dedicando un corto tiempo de las clases a su lectura. A este fin nos permitimos recomendar: *La Conducta del Hombre en la Vida* y *La Incógnita del Hombre* de Alexis Carrel; *La Energía Humana* y *La Activación de la Energía* de Pierre Teilhard de Chardin; *El Destino Humano* y *El Porvenir del Espíritu* de Lecomte du Nöuy y la *Introducción a la Medicina Experimental* de Claude Bernard.

Para terminar, debemos rendir nuestro testimonio de agradecimiento a las señoras María Rosa de Recasens y Beatriz de Galvis por la colaboración que han prestado en los trabajos de preparación y desarrollo, tanto de la presente obra como de las anteriores de esta misma colección.

José de Recasens - Bernardo Londoño



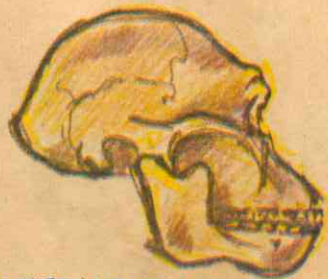
1. LOS ORIGENES DE LA HUMANIDAD

INTRODUCCION

No sabemos, y tal vez no sepamos nunca, cómo fue el origen de la Humanidad. Los rastros que tenemos de remotas edades no son datos suficientes para hacer su historia y solo podemos aproximarnos a ella de manera global, sin pretender detalles imposibles de reconstruir, dado lo lejano de la época y la escasez de huellas propiamente humanas en la iniciación del desarrollo de la Humanidad.

Podemos adelantar, sin embargo, que no se encuentran huellas de hombres antes del Cuaternario y, por tanto, hay que esperar que avance un poco dicha época para encontrar hombres definidos sobre la Tierra, como lo veremos luego.

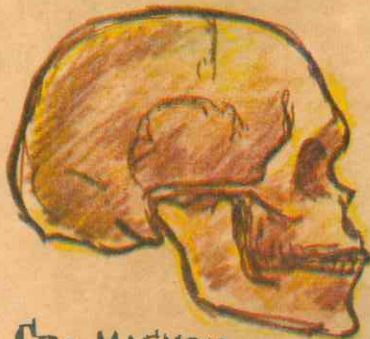
Es necesario definir el concepto de *hombre actual* que biológica y psicológicamente desarrollado no tiene más de 150.000 años de existencia. Solo desde esa época aparecen rastros de una civilización humana completa. Hacia atrás encontramos algunos hombres con caracteres rudimentarios de civilización y de cultura, y biológicamente constituidos por grupos notablemente inferiores. Debemos sentar estos principios y fijar en definitiva nuestra idea al respecto, con el objeto de poder entender lo que nos enseña la *Geología* o ciencia de la formación y transformación de materiales terrestres, y la *Paleontología humana* o ciencia que estudia al hombre fósil.



AUSTRALOPITECO



PETECANTROPO



CRO-MAGNON

LOS PERIODOS GEOLOGICOS

Debemos estudiar cuidadosamente el cuadro de los períodos geológicos de la Tierra y observar que apenas en el período llamado *Pleistoceno* y en el *Holoceno* o actual se desarrolla la historia del Hombre. Antes no hubo hombres porque estos nos hubieran dejado sus rastros tal como los dejaron los de épocas posteriores. Además, es necesario conocer el cuadro de la división del *Pleistoceno* período en el cual tuvo la Tierra cuatro épocas de enfriamiento o *glaciaciones*. Estas glaciaciones se produjeron cuando el hemisferio norte fue cubierto por una capa de hielo y, como si el polo norte, hubiera crecido, esa capa llegó hasta los paralelos de Londres en Inglaterra, de Boston en los Estados Unidos y Pekín en Asia.

Este enfriamiento también alcanzó el hemisferio sur (Suramérica, Africa, Asia del sur y Oceanía), y toda la Tierra soportó el clima más frío que se haya registrado.

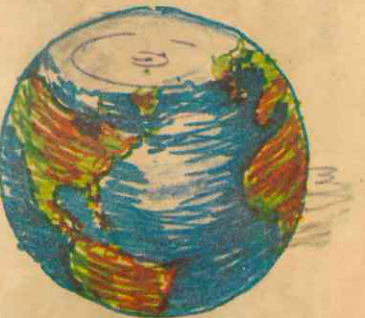
Las glaciaciones se llaman respectivamente de la más antigua a la más reciente: *Günz, Mindel, Riss* y *Würm*, y tuvieron tres *interglaciales* o épocas de relativo calentamiento de la Tierra que se llaman: *Günz-Mindel, Mindel-Riss* y *Riss-Würm*. Al terminar el *Würm* viene la época actual que muchos suponen que es como interglacial; por tanto, según ellos, más adelante podrá presentarse otro enfriamiento. No se sabe exactamente a qué se deben estos fenómenos pero pudieron haber sido provocados por cambio en el eje eléctrico de la Tierra.

El *Pleistoceno* se divide también en inferior, medio y superior. El *superior* comprende los períodos *Günz* y *Mindel*. El *medio* va desde el interglacial *Mindel-Riss* hasta finales de la glaciación *Riss*. Y el *superior* va desde el interglacial *Riss-Würm* hasta el final de la glaciación *Würm*.

El *Holoceno*, *período postglacial* o actual, comprende desde el final de la glaciación *Würm* hasta nuestros días.



PERIODO
GLACIAL
FRIO



PERIODO
INTERGLACIAL
CALIDO

APARICION DEL HOMBRE

El Hombre apareció en el interglacial *Günz-Mindel*, durante el *Paleolítico inferior* o *Pleistoceno inferior*, llamado así porque ya en este período se encuentran huellas de cultura humana en piedras sin pulir, primera manifestación del *Homo faber* u *hombre obrero*. Antes de esta época nada delata la presencia de hombres sobre la Tierra, entendidos como tales los que fabrican instrumentos y los utilizan, instrumentos tan toscos como puede ser una piedra sin pulir la cual simplemente haya sido desbastada o la hayan roto para formar lascas o filos cortantes pero sin pulimentar.

Debemos observar, por fin, que el Hombre apareció y se desarrolló inicialmente en un período muy difícil por lo frío, lo cual lo obligó en ocasiones a refugiarse en cavernas. De esto podemos colegir un principio general de Biología, apreciable a través de toda la evolución, que podemos simbolizar con una naranja: esta no suelta el zumo sino exprimiéndola fuertemente. Otro tanto se puede decir del Hombre: debido a las dificultades increíbles que le ofrecía la naturaleza este se vio obligado a utilizar su ingenio para sobrevivir y progresar. Así, los innumerables obstáculos que le oponía el ambiente se convirtieron en el estímulo y el impulso para alcanzar elevadas etapas de civilización en relativo corto tiempo.

El Hombre, pues, ha pasado la mayor parte del tiempo de su existencia sobre la Tierra (aproximadamente las siete octavas partes de ella) en tales condiciones de rigor de clima que no alcanzamos a pensar cómo logró sobrevivir. Por esta razón debemos observar que el origen del Hombre no se puede localizar en las zonas del norte que son las más frías sino en las del hemisferio sur o austral, especialmente en Africa que ha tenido siempre un clima más benigno aún en los tiempos del más crudo invierno.



CULTURA
"PEBBLE"
AUSTRALOPITEGOS
DE SUDAFRICA



PALEOLITICO
INFERIOR
PITECANTROPOS



PALEOLITICO
SUPERIOR
CULTURA
SOLUTRENSE
HOMO SAPIENS

EL HOMBRE EN LA SERIE ZOOLOGICA

Los hombres actuales, cualquiera que sea su color, pertenecen a una sola especie: la del *Homo sapiens* que hace parte del orden de los primates. Este orden, a su vez, tiene la siguiente división:

I. LEMURIDOS. Denominados también *prosimios*, eran pequeños animales con características de insectívoros y roedores y tienen extremidades poco apropiadas para la prehensión. Aparecieron a principios del Terciario en Europa y América y fueron el puente entre los insectívoros y los primates. En la actualidad están representados por un solo género viviente en Madagascar.

II. SIMIOS. Estos están representados por dos grandes grupos: los *platirrinos* de nariz gruesa, propios de América, y los *catirrininos* de nariz delgada, localizados en África y Eurasia. Los *catirrininos* comprenden los monos de más elevada organización y se subdividen en dos grupos: los *cinomorfos* o *cinopitecos* que se distinguen por presentar una cola bien desarrollada y por caminar como cuadrúpedos; son *plantígrados* pues apoyan todo el pie para caminar y sus dedos están provistos de uñas chatas. La segunda subdivisión de los *catirrininos* es el grupo de los *antropomorfos* o *antropoides* que no tienen cola y son *digitígrados*, es decir que apoyan solo los dedos del miembro anterior para caminar. Poseen gran desarrollo de la cavidad cerebral y están representados por el *chimpancé*, el *gorila*, el *orangután* y el *gibón*. Hicieron su aparición en el Terciario, en Egipto, pero se encuentran sus rastros esparcidos por toda África.

III. HOMINIDOS. Sus principales representantes son:

A) Los *australopitecos*. Este grupo que presenta pocos rasgos humanos se localizó en África austral. El primer ejemplar fue el *Australopithecus africanus* descubierto por Dart en 1924. Más tarde (1936-1938) se hicieron nuevos hallazgos de restos de este animal y se comprobó que su capacidad craneana, o sea el equivalente al volumen del cerebro, era de unos 500 cc. Su dentadura, lo mismo que sus estructuras, muestran el predominio de caracteres humanos asociados a otros más primitivos que recuerdan los antropoides.



LEMUR



MONO



GORILA



HOMBRE

B) Los *arcontropos*. Denominados hombres-monos, evocan ya una serie de caracteres físicos que los sitúan en mitad del camino entre los primates y el hombre moderno. Conocían el fuego y tenían industrias características. Los más célebres fueron:

1) El *Pitecántropus erectus* que fue descubierto en Java por el médico Dr. Dubois. Su cráneo se encontró en las riberas del Trinil y se cree que procede del Pleistoceno. Tenía una talla de más o menos 1.65 m., una capacidad craneana de aproximadamente 900 cc. y cráneo dolicocefalo, es decir, de forma alargada.

2) El *Sinántropus pekinensis* descubierto por Anderson en 1921 en la localidad de Chou-kou-Tien. Procede del Pleistoceno medio y su industria estaba constituida por lascas de cuarzo. Conocía el fuego y se cree que practicó el canibalismo. Su cráneo era dolicocefalo y tenía una capacidad craneana de 1.000 cc. Llamado también *hombre de China*.

3) El *Homo heidelbergensis*. Fue hallado en 1907 en Heildelberg, Alemania. Tenía dentadura humana y mandíbulas de tipo antropoide.

C) Los *paleoantropos*. El *hombre de Neanderthal*. Los hombres del Paleolítico medio eran ya psíquica y físicamente parecidos al tipo moderno. Se trata de un grupo humano diferente, anterior al *Homo sapiens*, y se puede considerar como una especie distinta zoológicamente, ya que conserva una serie de caracteres que lo acercan a los simios. Su estatura media era de 1.55 m., tenía proporciones humanas, eran erguidos y de marcha bípeda. Presentaba una cabeza voluminosa en relación con la talla, gran desarrollo de la cara y su cráneo era dolicocefalo con una cavidad craneana aproximada de 1.600 cc.

IV. EL HOMO SAPIENS FOSSILIS. Debemos remontarnos al Paleolítico superior, es decir, a pleno período glacial para encontrar los fósiles más antiguos que pertenecen fuera de toda duda al grupo del *Homo sapiens*. En 1868 en Dordoña, Francia, se hizo el descubrimiento de cinco esqueletos humanos que se llaman de *Cro-magnon* por haber sido hallados en la cueva de este nombre. Estos hombres se caracterizaron por su elevada estatura, esqueleto particularmente robusto, cabeza grande y cara de aspecto moderno.



AUSTRALOPITECO



PITECANTROPO



NEANDERTHAL



CRO-MAGNON



MODERNO

Todo esto denota un desarrollo cerebral superior manifestado objetivamente en la industria y en los recuerdos artísticos encontrados en diversos lugares. La raza del Cro-magnon desempeñó un papel importante en el poblamiento de Europa durante todo el Paleolítico superior y su influencia se extendió durante el Neolítico hasta el norte de Africa, desde Marruecos hasta Túnez. Otras razas son las de Grimaldi y Chancelade.

PERIODOS ARTISTICOS E INDUSTRIALES

Para el estudio de las manifestaciones artísticas e industriales de los distintos grupos de seres con características humanoides los prehistoriadores han establecido períodos.

I. EL PALEOLITICO INFERIOR que comprende:

A) El *abbeviliense* y el *chelense*. Este presenta armas burdas, bifaces como hachas de mano obtenidas a partir de sílex o de gruesos guijarros. La forma de estas es generalmente amigdaloides o almendrada, dejando un extremo en su estado natural para la prehensión. El tipo humano predominante fue el pitecantropo en Europa y el australopiteco en Africa que desarrolló la industria de los guijarros o kafuense.

B) El *acheulense*. Durante este período se fabricaron hachas que conservan la misma forma general pero mejor talladas y de contornos más regulares. Aparecen elegantes bifaces lanceoladas.

C) El *clactoniense*. Utilizaron en esta época esquirlas y se desarrolló la industria de las lascas; las más antiguas son ovales y discoidales.

II. EL PALEOLITICO MEDIO abarca el *lavalloisiense* y el *musteriense*. El hombre de Neanderthal trabajó con lascas alargadas u ovales en estos períodos.

III. EL PALEOLITICO SUPERIOR. En este tiempo floreció la industria de hojas, perforadores, puntas, flechas y puñales. Sus diferentes niveles se han denominado: *auriñaciense*, *solutrense* y *magdaleniense* con el Homo sapiens fossilis como representante humano. El hombre trabajó el hueso, lo que caracteriza



el Paleolítico superior, y esto permitió la fabricación de agujas, lanzas, harpones, anzuelos etc. Como consecuencia vino la revolución en la indumentaria de la gente pues se elaboraron vestidos para protegerse del frío durante la última glaciación. El apogeo de la industria del hueso se presenta en el magdaleniense. La perfección y la variabilidad del instrumental del Paleolítico superior indica que los hombres de aquella época habían adquirido un psiquismo muy elevado. Su sentido artístico se revela en realizaciones tales como el friso de seis caballos de tamaño natural en Cap Blanc, Francia, en la gruta de Altamira en España y en una serie de pinturas esparcidas por toda Europa.

En el Neolítico la temperatura se modificó dando lugar a climas cálidos por lo cual el hombre abandonó las cavernas para esparcirse en las llanuras. Mientras los hombres cazaban la mujer inició la agricultura y la domesticación de los animales. Los progresos aparecen en la piedra pulida y en la cerámica endurecida por la acción del fuego, característica de la industria neolítica hasta el uso de los metales.

Fuera de Europa las culturas hacían también su aparición.

EL HOMBRE AMERICANO

En cuanto al hombre americano debemos decir que apareció entre los 20.000 y los 10.000 años a. C., en pleno Neolítico europeo, pero su evolución cultural fue más lenta que la correspondiente en el Viejo Mundo. Procedente en su mayor parte de Asia oriental, y una pequeña parte de Europa a través de Groenlandia y también de Oceanía por el archipiélago que va de Australia a Chile, el hombre americano encontró un clima propicio que facilitó su adelanto en la arquitectura como se ve en las pirámides de Teotihuacán y otros lugares de Méjico y en las construcciones megalíticas del Cuzco en el Perú.

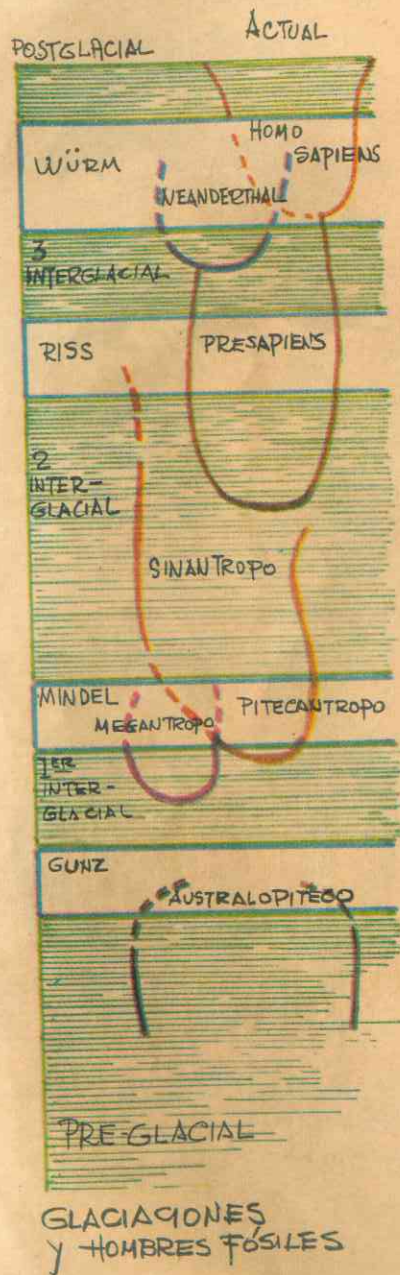
Cuando los españoles llegaron a América los aborígenes no utilizaban metales para su industria y solo el oro era trabajado para modelar adornos. Debido a esto el progreso industrial fue muy deficiente.



ARTE RUPESTRE
PALEOLITICO SUPERIOR



POBLAMIENTO DE AMERICA
POR LOS AUSTRALIANOS
HIPOTESIS DE A. MENDEZ GORREA



La falta de la cultura americana precolombina se atribuye, además, al desconocimiento del arco en la arquitectura, a la falta de la rueda y de mamíferos grandes para el transporte, a la carencia de harina panificable y a no haber utilizado frutas azucaradas que les produjeran un buen vino; a cambio de ello obtuvieron la *chicha* a partir de cereales, con harinas que daban alcoholes muy tóxicos.

En resumen: el hombre precolombino vivía en un medio cultural que correspondía en Europa al Paleolítico superior por la industria y al Neolítico por la arquitectura.

RESUMEN

El pleistoceno fue un período geológico que se inició hace 1.000.000 de años. Se divide en inferior, medio y superior. Se cree que el hombre apareció en el pleistoceno inferior. A partir del pleistoceno superior se inicia el holoceno, que data desde unos 20.000 años hasta nuestros días. El pleistoceno tuvo cuatro épocas frías llamadas glaciaciones cuyos rigores posiblemente soportó el hombre primitivo. Sin embargo, el hombre actual, biológica y psicológicamente definido, no tiene más de 150.000 años de existencia.

El hombre actual es producto de la evolución. Los homínidos y australopitecos, pitecántropus, sinántropus y homo heidelbergensis y de Neandertal tenían muchos caracteres humanos.

Los fósiles del "homo sapiens" son los de los hombres del tipo Cro-magnon, Grimaldi y Chancelade hombre propiamente dicho que procede del paleolítico superior, época glacial y que pobló durante el neolítico a Europa y el norte de Europa.

El hombre del paleolítico inferior y medio trabajó cada vez mejor la piedra para producir armas y utensilios diversos. El hombre del paleolítico superior utilizó además de la piedra finamente pulida, el hueso para construir armas y herramientas. El hombre del neolítico, trabajó, además, la arcilla cocida al fuego para fabricar diversos objetos.

El hombre americano data del paleolítico y neolítico europeo se cree que procede de Europa y Asia Oriental. Cuando los españoles llegaron a América la cultura del hombre precolombino era la del neolítico europeo.

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Wendt H., *Tras las Huellas de Adán*. Esta obra, como dice el subtítulo es una historia de la Paleontología, casi una novela por el interés que tiene y por la inteligencia y agudeza con que los paleontólogos nos han mostrado la imagen de la evolución.

Broderick H. A., *El Hombre Prehistórico*. Libro que versa sobre las últimas investigaciones de Paleontología humana. Trata también de la Paleontología americana, rama poco desarrollada debido a que los investigadores no le han dedicado suficiente interés al estudio de la cultura precolombina y del hombre americano.

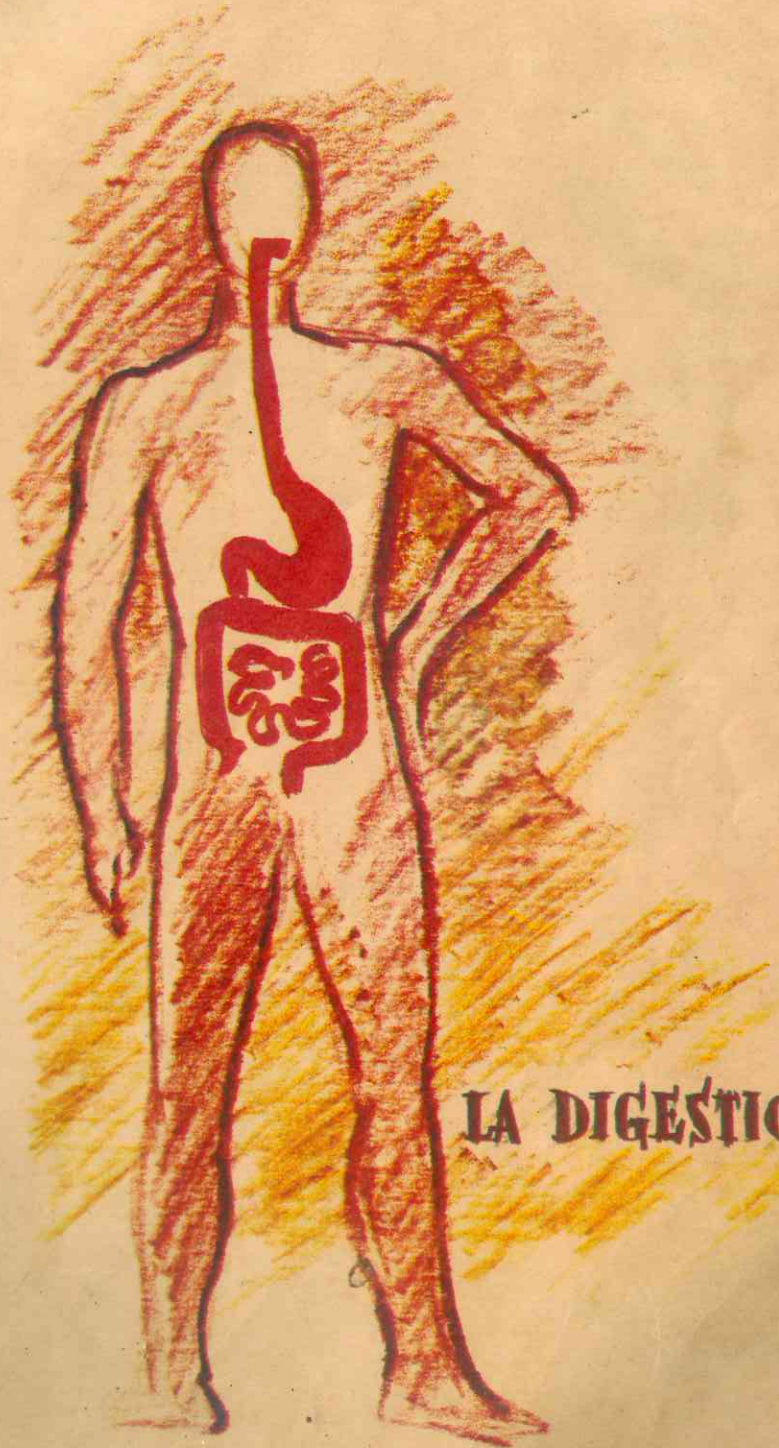
Teilhard P., *El Grupo Zoológico Humano*. Obra muy interesante que ofrece numerosos datos de Biología y orienta en el método de la investigación paleontológica.

Arambourg C., *La Génesis de la Humanidad*. Pequeña obra que nos pone al día sobre las investigaciones paleontológicas de los orígenes del Hombre.

Darwin C., *El Origen de las Especies y El Origen del Hombre*. Estas obras son un poco extensas pero quienes quieran profundizar en la investigación biológica deben conocerlas como obras clásicas, sobre todo porque enseñan el método biológico que es de observación y de experiencia.

Leonardi P., *La Evolución Biológica*. Es una de las obras más interesantes de síntesis sobre este tema que no puede ser desconocida por ningún estudiante que quiera investigar con seriedad uno de los aspectos más interesantes de las ciencias, y tal vez el de mayores consecuencias para el dominio de la Historia, la Sociología, la Psicología, la Filosofía y la Teología.





LA DIGESTION

2. LA DIGESTION

ORIENTACION DEL CUERPO HUMANO

Para referirnos al cuerpo humano nos suponemos detrás de un hombre de pies, con los brazos caídos y las palmas de las manos hacia adelante. La cabeza queda arriba y abajo los pies; adelante están la cara, el pecho, las palmas de las manos y las puntas de los pies; y atrás, la parte posterior del cráneo, la espalda y los talones. Entonces, nuestro brazo derecho corresponderá a su derecho y nuestro izquierdo a su izquierdo.

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS

Aunque en un capítulo posterior hablaremos de ellos más detenidamente, haremos aquí la clasificación de los alimentos en tres categorías para poder entender lo que sigue. En primer lugar están los *almidones* y los *azúcares*, productos de origen vegetal cuya digestión comienza en la boca y termina en el intestino delgado; sus principales fuentes son el azúcar de caña o de remolacha, las hortalizas, el pan, la papa y la yuca. En segundo lugar tenemos las *albúminas* o *proteínas* cuyo consumo humano es generalmente de origen animal aunque hay algunas vegetales; la carne, los huevos y el queso, la soya y el frijol son las principales fuentes de proteínas para el hombre, su digestión comienza en el estómago y termina en el intestino delgado. En tercer lugar vienen las *grasas* que en parte son de origen animal y en parte de origen vegetal; la grasa animal o manteca y la manteca de quilla son las principales fuentes de origen animal, el aguacate, la palma africana y otras plantas de origen vegetal; su digestión se hace totalmente en el intestino delgado.

La alimentación requiere además *vitaminas*, y *minerales* como el agua, la sal y otros que, sin ser alimentos, son necesarios para el organismo.



DEFINICION GENERAL

La *digestión* es la función del aparato digestivo el cual, por medio de sus diversos órganos, digiere y absorbe los alimentos que necesita el organismo, y elimina las substancias de desecho que no van a ser aprovechadas.

Fundamentalmente el aparato digestivo está compuesto por la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado y el grueso, y dos glándulas anexas, el hígado y el páncreas que producen jugos digestivos.

PALEONTOLOGIA

Para investigar el origen del aparato digestivo tenemos que retroceder en la evolución hasta las *esponjas* las cuales forman una cavidad llamada gastral constituida por los cuerpos de los pequeños animales de la colonia que, al juntarse uno con otro, forman una especie de copa. De allí en adelante, por toda la rama de los invertebrados, encontramos la tendencia de los organismos a formar aparatos que faciliten el almacenamiento de los alimentos y la absorción y expulsión de las substancias de desecho. A través de los vertebrados encontramos las mismas características de manera que, a partir de las esponjas, el digestivo es el primer aparato formado por el reino animal.

LA BOCA

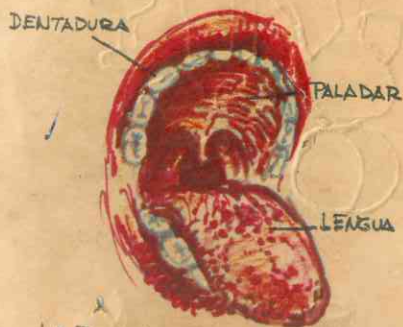
La *boca* es una cavidad situada detrás de los labios, dentro de la cual se observa en primer lugar la *dentadura*. Tiene un piso semicircular en donde descansa la *lengua*, una pared superior llamada *paladar*, prolongado hacia atrás por la *úvula* que forma la pared posterior, y las dos paredes laterales que son las que corresponden a las *mejillas*.

En las paredes bucales desembocan las *glándulas salivares*.

Las dos *arcadas dentarias* corresponden a los arcos óseos, el superior y el inferior, que se insertan en sus respectivos maxilares.



ESQUEMA DEL APARATO DIGESTIVO



LA BOCA

Los *dientes*. — Los dientes se encuentran a través de la evolución en casi todos los vertebrados: algunos carecen de ellos y otros solo tienen los del maxilar inferior que son más primitivos. La dentadura superior es más reciente especialmente en los mamíferos, razón por la cual la inferior es más fuerte y duradera en el hombre.

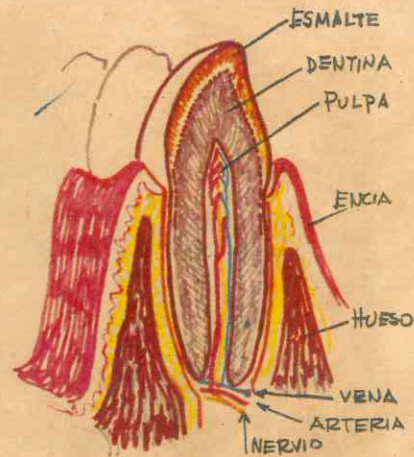
Los *dientes* se insertan en los *alvéolos*, cavidades de los maxilares en donde quedan fuertemente implantados por medio de la *raíz*. La parte blanca que sobresale se llama *corona* y la parte de la corona que da contra la *encía* se llama *uello*. El diente está horadado hasta la parte central de la corona y este canal lo ocupa la *pulpa* en donde van los nervios y vasos dentarios.

El diente está revestido de un *esmalte* duro y brillante que protege la corona: debajo de este esmalte está la *dentina* o *marfil* de color crema que es la substancia fundamental de la estructura dentaria.

Tanto el esmalte como la dentina son substancias calcáreas lo cual implica que los ácidos las pueden atacar. Por ejemplo, los alimentos depositados largo tiempo entre diente y diente adquieren un gran poder de acidez que perfora el esmalte y puede producir una infección que llegue hasta la pulpa; esta se inflama y trata de dilatarse, pero como está dentro de una caja inelástica que no se lo permite, se produce un fuerte dolor al comprimirse los nervios incluidos en ella.

El hombre adulto tiene 32 dientes: en la mandíbula superior tiene cuatro *incisivos* de corona cortante que son carnívoros; dos *caninos* de corona cónica, también de carnívoros, y diez *molares* de corona tuberculosa que asimilan la dentadura humana a la de los herbívoros. Igual número y la misma distribución se encuentran en el maxilar o mandíbula. Así, el hombre tiene una fórmula de carnívoro por sus incisivos y caninos, y de herbívoro por sus molares.

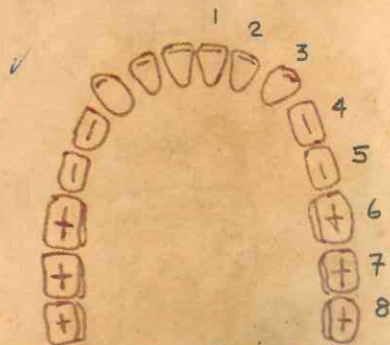
La dentadura humana empieza a brotar a los seis meses, generalmente en el maxilar inferior; en el curso de dos años el niño tiene cuatro incisivos, dos caninos y cuatro premolares, los que forman la *dentadura de leche*, que dura hasta los seis o siete años, cuando es reemplazada por los *dientes definitivos*. El



CORTE DE UN CANINO



DENTICION DE LECHE



DENTICION DEFINITIVA

- 1-2 DIENTES
- 3 CANINO
- 4-5 PREMOLARES
- 6-8 MOLARES

resto de la dentadura continúa emergiendo; los últimos cuatro molares o muelas cordales, dos en cada maxilar, salen alrededor de los 18 años.

Las cuatro muelas *cordales* o *muelas del juicio* no salen a veces normalmente, por la tendencia que tiene el hombre moderno a acortar sus maxilares para disminuir el tamaño de la cara.

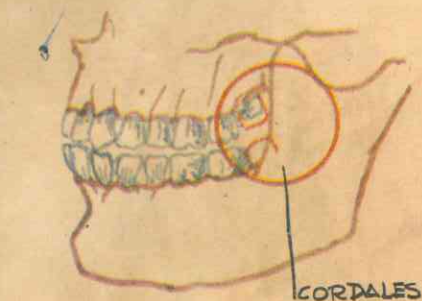
Cuando esto ocurre, las piezas deben extraerse quirúrgicamente por el peligro que representan en especial para los ojos, los cuales pueden desorganizarse y hasta perderse si no se corrige el defecto.

El cuidado de la dentadura comienza por su aseo empleando *cepillos de dientes* que deben ser *suaves*. Es necesario lavar los dientes dos o tres veces al día de la manera siguiente: los dientes superiores deben limpiarse de arriba hacia abajo, evitando traumatizar innecesariamente la encía, y los de abajo se lavarán de abajo hacia arriba. Es muy conveniente el uso de pastas dentífricas porque dan una sensación y un olor agradables en la boca y tienen sustancias desinfectantes que ayudan a la conservación de la dentadura.

El cuidado de la dentadura implica también la atención del dentista, por lo menos dos veces al año, para investigar la presencia de caries que tratadas a tiempo evitan la pérdida de las piezas. Igualmente, debe tenerse en cuenta que al extraer una pieza dentaria la correspondiente del frente quede suficientemente apoyada porque, de lo contrario, comienza a salirse y termina perdiéndose. Por ejemplo, al extraer un molar de la dentadura inferior el molar correspondiente de la superior no puede apoyarse suficientemente en las muelas restantes de la inferior; entonces hay necesidad de colocar un puente o una muela artificial que reemplace a la que se ha extraído.

El hombre ingiere de manera fácil los líquidos no así los sólidos los cuales debe preparar por medio de la masticación, para volverlos papilla y poderlos pasar y digerir.

La lengua. — La *lengua* es un órgano situado en el piso de la boca. Tiene normalmente color rosado y los numerosos músculos que la forman le permiten gran movilidad. La lengua sirve de paleta para mover la comida en todas direcciones y contribuye a la modulación de las palabras.



CORDALES

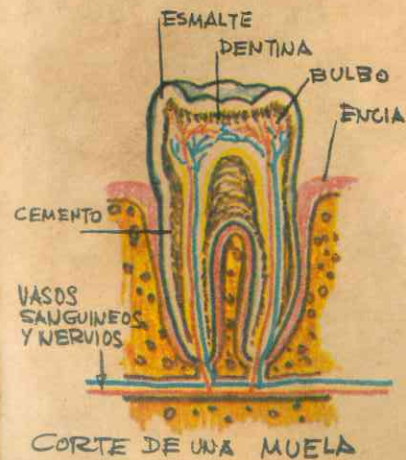
DIENTES

PREMOLARES



CANINO

MOLARES



CORTE DE UNA MUELA

En toda la superficie de la lengua están repartidas unas *papilas*, llamadas *gustativas*, que sirven para percibir los sabores, y otras *táctiles* que aprecian volúmenes muy pequeños. Son gustativas las *caliciformes* que tienen forma de copa, y están situadas en la parte posterior de la lengua; y las *fungiformes*, en forma de hongo, que están en el borde de ella. Las papilas *filiformes*, tiene forma de hojillas o hilos, son táctiles. Para que podamos percibir el sabor es necesario que la substancia sávida sea soluble en la saliva y que la papila esté en buenas condiciones de funcionamiento: esto puede afectarse con substancias cáusticas, muy frías o muy calientes y por el uso crónico de bebidas alcohólicas. Es este el motivo por el cual los dipsómanos enflaquecen y se debilitan pues pierden el sentido del gusto y, consecuentemente, el apetito de comer.

Debemos anotar que cada papila está especializada en percibir cada uno de los *sabores*: dulce, salado, ácido y amargo. La porción media del dorso de la lengua es insensible a todos los sabores; el dulce se percibe mejor con la punta de ella, las substancias ácidas en las regiones laterales, el sabor amargo a lado y lado de la región dorsal y el salado alrededor y en sus bordes. Se concluye de esto que el *sentido del gusto* es un sentido químico que requiere la presencia de un cuerpo de composición determinada. El gusto está reforzado por el olfato, también sentido químico, y se disminuye cuando está atrofiado o parcialmente deteriorado por infecciones como el catarro. Para demostrar esto último basta con tomar una bebida gaseosa dulce con la nariz tapada y luego hacerlo en forma normal: inmediatamente notaremos la diferencia de sabor.

El paladar. — La pared superior de la boca forma la *bóveda palatina* o *paladar óseo*; este se continúa hacia atrás con el *paladar móvil* o *paladar membranoso* para terminar en la *úvula* o gallito que separa la boca de la faringe: hacia los lados el paladar concluye con dos pilares, uno anterior y otro posterior, los cuales se aprecian en el fondo de la boca con mucha facilidad cuando ésta se abre bien.

A lado y lado, entre el pilar anterior y el posterior están localizadas las *amígdalas*, mal llamadas glán-

SUPERFICIE LENGUA



PAPILAS



FILIFORMES



FUNGIFORME

LABIO SUPERIOR

VELO DEL PALADAR

LENGUA

LABIO INFERIOR



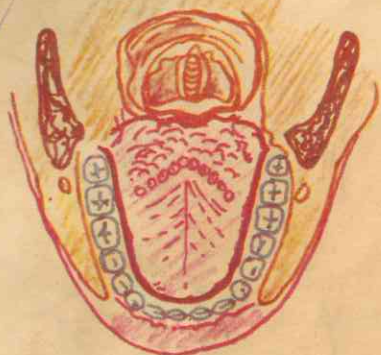
VISTA FRONTAL INTERNA DE LA BOCA

dulas. Cuando se inflaman basta con aplicar un colutorio, a mañana y tarde, de partes iguales de glicerina y thiomerosal. Si este procedimiento se practica durante varios días casi siempre se curan. La tendencia actual es de no extraer las amígdalas quirúrgicamente, pues basta con coagularlas por medio de alta frecuencia o electrocoagulación con lo cual se extirpa la parte enferma y se conserva la sana. Muchas veces con este tratamiento la amígdala se reconstruye completamente.

Las amígdalas son parte del tejido linfoide y sirven como defensa del organismo; son especialmente necesarias en los niños y jóvenes, pues en aquellos hacen de tapón mecánico para impedir que traguen objetos grandes que puedan ahogarlos; en los mayores son una barrera antiinfecciosa la cual por medio de glóbulos blancos, como lo explicaremos luego, ataca los gérmenes que puedan penetrar por la boca, hacia el interior del organismo.

Las glándulas salivares. — Las glándulas salivares desembocan en la cavidad bucal y tienen la forma de racimos de uvas. Son de tres clases: las *parótidas*, situadas debajo del conducto auditivo externo, que producen una saliva abundante y clara; el canal por donde vierten la saliva está en la cara interior de las mejillas, en la base del segundo gran molar. Las *submaxilares*, que se hallan en el ángulo que forma el maxilar con su rama ascendente, secretan una saliva espesa que desemboca a lado y lado del frenillo. Y las *sublinguales* que se encuentran en la cara interna del maxilar inferior y desembocan en el piso de la boca por varios conductos excretores, producen una saliva espesa cuyo principal objeto es lubricar los alimentos y cubrir las zonas ásperas de ellos para evitar que hieran el esófago.

La saliva ejerce una acción química, mediante un fermento llamado *ptialina*, que comienza la transformación de los azúcares y almidones en glucosa, dextrina y maltosa. Debido a la capacidad que tiene la ptialina de la saliva para disolver almidones, esta resulta ser un poderoso antiséptico o desinfectante; por tanto, los microbios y algunos parásitos cuya piel o membrana es de almidón son destruídos por la saliva. También la saliva mantiene húmeda la boca lo



CORTE HORIZONTAL DE LA CARA A NIVEL DE LAS AMIGDALAS



CANINO

MOLAR

PRIMARIO

ESMALTE

SUB-MAXILARES

SUBLINGUALES

GLANDULAS SALIVARES

que permite el deslizamiento de la lengua en toda la cavidad bucal y facilita la locución. Como los niños tienen poca ptialina son frecuentes en ellos las infecciones y el parasitismo intestinal. Este alto poder antiséptico es notable en la saliva de los carnívoros y de ahí que los perros se curan las heridas y evitan que se infecten lamiéndolas; en el medio campesino las úlceras de los enfermos son expuestas a los perros para ser lamidas por ellos y, en realidad, cicatrizan rápidamente.

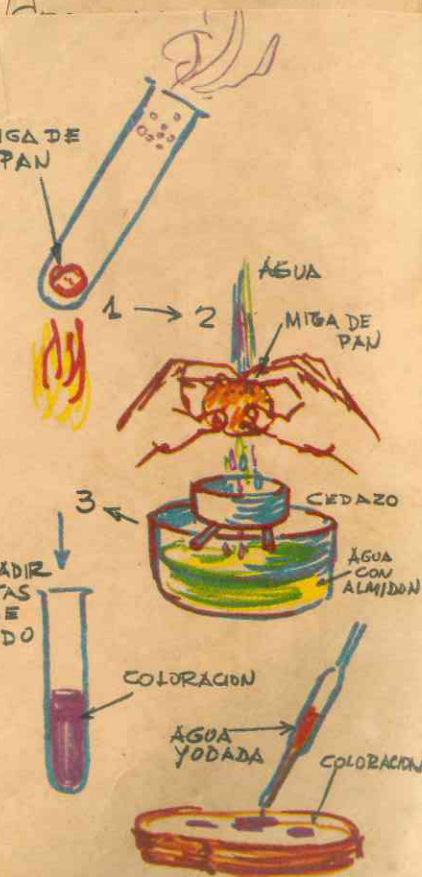
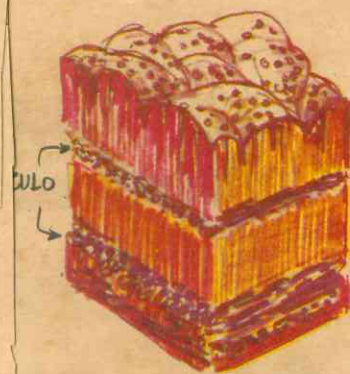
Las glándulas salivares suelen ser atacadas por un virus que produce la infección llamada *parotiditis epidémica* o paperas que se transmite de hombre a hombre, al hablar, por medio de gotitas de saliva. Es muy contagiosa, ataca especialmente a los niños y en general, no repite, pues la enfermedad los inmuniza. La inmunidad consiste en que la presencia del virus en el organismo crea defensa contra ese virus, defensas que los destruye y se conservan indefinidamente.

La incubación de la enfermedad desde el contagio hasta el momento en que comienzan a inflamarse las glándulas salivares, en especial las parótidas que es donde con más frecuencia se localiza la infección, es de 15 a 20 días y la duración de la enfermedad puede ser de una o varias semanas. El único tratamiento de esta enfermedad es la quietud, pues no se ha encontrado hasta ahora otra manera de combatirla. Las complicaciones son más graves que la enfermedad misma porque se pueden infectar otras glándulas especialmente los testículos o los ovarios lo cual, en ocasiones, determina la esterilidad de quien la sufre por la destrucción del tejido productor de espermatozoides o de óvulos. Estas complicaciones en la mayoría de las veces son ocasionadas por falta de quietud.

EXPERIENCIA

Colorear un poco de almidón o miga de pan con solución yodurada de potasio consistente en un gramo de yodo disuelto en alcohol, dos gramos de yoduro de potasio y treinta centímetros cúbicos de agua destilada; vemos cómo no hay cambio de coloración. Si en una probeta hacemos una solución de dextrosa y le agregamos la solución yodurada observamos que se produce una coloración rojo violeta. Si a otros gramos de almidón le

NO



agregamos unas gotas de saliva y dejamos unos minutos para que obre sobre el almidón, al añadirle la solución yodurada notamos la coloración rojo violeta que nos indica que la ptialina de la saliva ha transformado el almidón en dextrosa, lo mismo que hace la saliva para digerir los almidones.

LA DEGLUCION

La *deglución* es el paso del bolo alimenticio de la boca al esófago y se produce en tres fases. La primera es voluntaria y consiste en llevar a la base de la lengua el bolo alimenticio. Las siguientes, que son involuntarias o reflejas, consisten en la elevación del velo del paladar para cerrar la comunicación con las fosas nasales y aproximar las cuerdas vocales con suspensión momentánea de la respiración. La gravedad influye poco en el proceso del bolo alimenticio a través del esófago como lo podemos comprobar al tomar cualquier alimento estando con la cabeza hacia abajo y los pies hacia arriba.

LA FARINGE

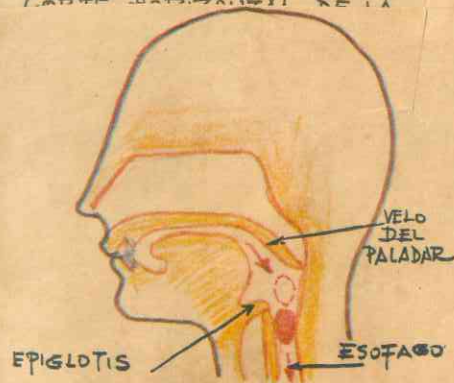
La *faringe* es una cavidad en forma de embudo que está localizada en la parte posterior de la boca con la cual se comunica; en ella confluyen también las fosas nasales y la laringe, y es continuada por el esófago hacia el estómago.

Hacia atrás, una lámina cartilaginosa llamada *epiglottis* divide la faringe de la laringe.

En la faringe los conductos alimenticios se cruzan con los del aire que van de las fosas nasales a la laringe. En esta existe una hendidura vertical, la *glotis*, constituida por un par de ligamentos que se pueden juntar en la línea media y cierran la comunicación laríngea; esto sucede cuando el alimento cruza el conducto alimenticio, a menos que el sujeto trate de deglutir y hablar al mismo tiempo en cuyo caso pueden entrar a la laringe fragmentos de comida que producirán un violento acceso de tos y ahogo.



CORTE HORIZONTAL DE LA



LARINGE VISTA LATERAL

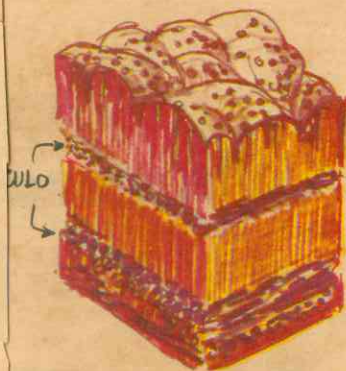
EL ESOFAGO

La parte superior del *esófago* tiene una musculatura estriada, que podemos manejar a voluntad, para permitir o no el paso de alimentos. La región inferior es de una musculatura lisa o involuntaria que hace progresar el bolo alimenticio automáticamente. La mucosa que tapiza la boca se continúa en la faringe y cubre luego toda la superficie interior del esófago; posee la propiedad de mantener lubricadas y húmedas todas estas superficies para que por ellas se deslicen fácilmente los alimentos.

Al hacer un corte transversal del esófago encontramos que tiene una capa exterior *fibrosa*, una capa media *musculosa* y una interna que es *mucosa*. El esófago hace su recorrido por detrás de la tráquea y por delante de la columna vertebral. El tórax está separado del abdomen por un músculo llamado *diafragma* el cual está perforado en su centro para dar paso al esófago que va a unirse con el estómago. La comunicación del esófago con el estómago se hace por medio de un esfínter o anillo muscular llamado *cardias* que se abre cuando los alimentos se ponen en contacto con la parte inferior del esófago. La finalidad de este anillo es cerrar la salida de los alimentos del estómago hacia el esófago; de ahí que cuando se produce vómito o devolución de los alimentos se tenga una sensación a veces dolorosa por su apertura violenta.

El movimiento del bolo alimenticio dentro del esófago especialmente en su parte inferior en donde la musculatura es lisa y por tanto involuntaria, se hace por medio de un movimiento llamado *peristáltico* que continúa a través de todo el tubo digestivo. Consiste en que la parte superior se cierra y se abre la posterior; así, empuja hacia abajo el bolo alimenticio y, a medida que va progresando el alimento en el estómago, se va cerrando la parte que está inmediatamente por encima lo que garantiza que el alimento no se devuelva.

NO



SECCION DE LA PARED ESTOMACAL



LARINGE VISTA POSTERIOR

EL ESTOMAGO

El *estómago* es una cavidad que tiene forma de J en el hombre vivo. La parte alta corresponde a su *cámara de gases* en donde desemboca el *esófago*; el *cuerpo* de la J está un poco a la izquierda de la cavidad abdominal, y la *cola* de la J va hacia la derecha para rematar en un *esfínter* muy fuerte llamado *píloro*; este cierra la salida del estómago no permitiendo el paso de la comida sino cuando ha llegado a cierto grado de digestión. En el muerto el estómago toma la forma de *gaita gallega*, instrumento musical hecho precisamente con estómago de cordero pues con la muerte este órgano se distiende y pierde la forma que tiene en el vivo. Su capacidad es de unos dos litros.

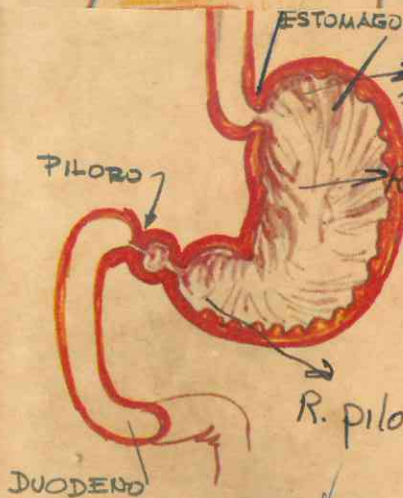
El estómago está situado debajo del *diafragma*, al lado izquierdo y arriba del abdomen, a la izquierda del *hígado* y sobre la *masa intestinal*. La parte alta o *cámara de gases* la constituye el *fundus*; la parte media se llama *cuerpo* del estómago y la región cercana al *píloro* es el *antro pilórico*. Visto el estómago de frente, podemos observar el perfil derecho que se llama *pequeña curvadura* y el izquierdo que es más amplio y se llama *gran curvadura*.

Es el estómago un órgano muy irrigado, es decir que recibe mucha sangre por medio de un sistema arterial abundante del cual hacen parte la *arteria gástrica* que lleva la sangre al estómago y la *vena gástrica* que saca la sangre correspondiente o *vena gástrica* que saca la sangre del estómago para regresarla al sistema circulatorio general. La *inervación* del estómago es también muy rica y la hace el *neumogástrico* o *nervio vago* que contribuye a la *contracción* del estómago.

El estómago tiene una pared bastante gruesa, aproximadamente de un tercio de centímetro y se halla formado por tres capas o *túnicas* que son: una *serosa* llamada *peritoneo*, que hace parte del *peritoneo general* de la cavidad abdominal; una *media* o *musculosa* formada a su vez por tres capas de *fibras musculares* de las cuales la más externa es *longitudinal*; la *media* es *circular* y la *interna* *oblicua*; la *tercera* capa interna llamada *mucosa*, reviste todo el interior del estómago y produce el *mucus* que protege la *superficie interior* contra la acción del *jugo gástrico*



CORTE HORIZONTAL DE LA



producido por la misma *mucosa*. La *capa circular* o *media* es la que determina la formación del *cardias* y del *píloro*.

El *jugo gástrico*. — El principal oficio del estómago es servir de depósito a los alimentos ingeridos para continuar la *digestión* de los mismos por intermedio de *jugos digestivos* que son: el *ácido clorhídrico* secretado por las *células oxínticas* y sirve para destruir las *fibras* y las *substancias duras* que llegan al estómago por lo cual ha sido llamado "*los dientes del estómago*"; la *renina* o *cuajo* que coagula la *leche* para la *digestión* del *queso*: la *pepsina* que contribuye a la *digestión* de las *albúminas* convirtiéndolas en *peptonas*; y la *muscina*, *substancia viscosa* que protege la *mucosa gástrica* contra la *agresión* de los *jugos digestivos*. A la *unión* de todos estos elementos se le llama *jugo gástrico*.

Al iniciarse la *digestión* se produce una *cantidad grande* de *jugo gástrico*, especialmente de *ácido clorhídrico* y *pepsina*, que *aumenta* la *acidez gástrica* y determina el *cierre* del *píloro*. Para *adelantar* la *digestión* los alimentos *absorben* este *jugo gástrico*, *aumenta* la *cantidad* de *mucus* y el *contenido* del estómago se va *tornando alcalino*; esta *alcalinización* abre el *píloro* y permite el *paso* de los alimentos hacia el *intestino delgado*.

Reflejos de Pavlov. — La *producción* de *jugo gástrico* fue utilizada por *Pavlov* para el estudio de los *reflejos condicionados*. Encerraba un *perro* para protegerlo convenientemente de todo *contacto exterior*. Dicho *perro* tenía un *tubo* que iba desde la *pared abdominal* hasta el interior del *estómago*. Tocaba una *campana* e inmediatamente le *acercaban* comida al *perro* la cual *producía* una *cantidad muy grande* de *jugo gástrico* que *salía* por el *tubo*. Se *repetía* este *procedimiento* y al *cabo del tiempo* sólo con *tocar* la *campana* se *producía* *jugo gástrico* en el *estómago* del *perro*, aunque no se le *suministrara* *alimento*. A este *proceso* de *desencadenamiento* de un *fenómeno fisiológico* sin que hubiera un *estímulo adecuado* sino solamente el *signo* que lo precedía, lo llamó *Pavlov* *reflejo condicionado*, que actualmente sirve para estudiar una *serie* de *fenómenos* de orden *fisiológico* y *psicológico*. Por este *procedimiento* se encon-

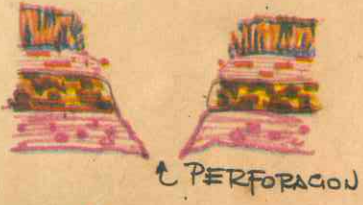
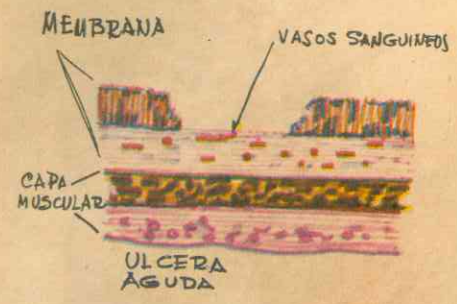


SECCION DE LA PARED ESTOMACAL



ESQUEMA DEL EXPERIMENTO DE PAVLOV

ULCERA PEPTICA



AMENAZA EMOCIONAL

tró que en la producción del jugo gástrico hay un estímulo adecuado que es la presencia de alimentos, pero que también hay otros estímulos como la emoción, el recuerdo o simplemente el hambre.

El hambre y la sed. — El *hambre* es un fenómeno producido por la falta de alimento durante varias horas, fenómeno que incrementa un poco los jugos digestivos. Al aumentar la acidez gástrica aumentan también las contracciones del estómago lo cual determina la sensación de hambre. La *sed* es provocada por la falta de líquidos; es una sensación mucho más fuerte que la del hambre y parecería que estuviera localizada en la faringe. Una persona puede ayunar voluntariamente hasta 25 días y en cambio no puede prescindir del líquido sino por cuatro o cinco. El ayuno se soporta mejor si es voluntario.

Las enfermedades del estómago. — Las dos principales enfermedades del estómago son la úlcera y el cáncer. La *úlcera del estómago* se presenta con mayor frecuencia entre los 30 y los 40 años y se debe a un aumento de la acidez gástrica y fallas en la capa mucosa, protectora de la pared, lo que permite la agresión de los jugos digestivos contra las capas mucosas y muscular del estómago. A veces se producen hemorragias graves dado que estas capas son irrigadas por abundantes arterias, como lo hemos visto antes; dichas hemorragias pueden ser mortales si el cirujano no interviene oportunamente para ligar el vaso arterial sangrante.

Este proceso de la úlcera gástrica está influenciado evidentemente por la vida agitada de nuestros días; se encuentra principalmente en las ciudades, en personas muy nerviosas, y es rara en los campesinos y en individuos que llevan una vida tranquila. El tratamiento médico es a veces efectivo pero con frecuencia se necesita tratamiento quirúrgico que consiste en la extirpación de la parte ulcerada del estómago para poder curar la enfermedad. Cuando continúa el estado nervioso de la persona la úlcera puede reproducirse en otra parte del estómago.

Los síntomas de la enfermedad son el dolor y, a veces, el vómito sanguinolento debido a una hemorragia. Son características de la úlcera estomacal, así como de toda clase de gastritis o inflamaciones de la

pared gástrica, la agriera o acedía, y el dolor que se puede calmar generalmente con la ingestión de alimentos que producen la alcalinización.

Existen también procesos de *indigestión*, que la mayoría de las veces no revisten ninguna gravedad, con sensación de llenura y náuseas debido a la excesiva acidez producida por la retención de alimentos en el estómago y, en consecuencia, cierre del píloro. El bicarbonato de soda o las pastillas efervescentes alcalinizantes que neutralizan la acidez gástrica abren el píloro y permiten el paso de los alimentos retenidos en el estómago, aliviando la pesadez y la tendencia al vómito.

La otra enfermedad grave del estómago es el *cáncer*. El 10% de las personas fallecen por esta enfermedad. Se da con mayor frecuencia en el hombre que en la mujer y es propia de la edad madura, entre los 50 y los 60 años. No podemos pensar que el cáncer del estómago, lo mismo que otros cánceres que se localizan en diversas partes del cuerpo, hayan aumentado. Lo que ha aumentado es el promedio de vida, la cantidad de gente que llega a la vejez con las consecuencias inevitables de las enfermedades degenerativas entre las cuales está el cáncer.

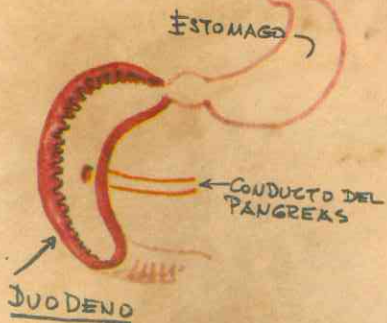
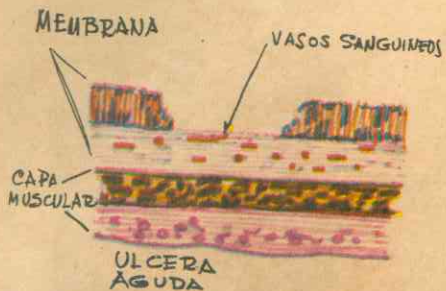
La sintomatología del cáncer consiste en trastornos digestivos vagos, diarreas y vómitos inexplicables, agrietas que no mejoran sino que aumentan con el uso de antiácidos como el hidróxido de aluminio y el bicarbonato de soda, y el enflaquecimiento progresivo sin una causa que lo explique. El tratamiento quirúrgico debe ser inmediato aunque hay que anotar que en la mayoría de los casos cuando se recurre a la cirugía ya es tarde pues el cáncer ha dado metástasis, es decir que se ha reproducido en otros órganos del cuerpo como los ganglios que están cerca del estómago, el sitio en donde desembocan los vasos linfáticos de este órgano y, aún, en el pulmón.

Debemos observar que cuando comienza la digestión gástrica hay una gran afluencia de sangre hacia el estómago. Durante la digestión en el estómago que aproximadamente es de dos horas y corresponde al período más intenso del mecanismo digestivo en lo que se refiere a la necesidad de aporte de sangre, gran cantidad de la sangre del organismo va hacia este órgano, sobre todo extraída de la cabeza y en es-



PROLIFERACION DE CELULAS QUE FORMARAN UN TUMOR CANCEROSO

ULCERA PEPTICA



pecial del cerebro. Si durante este período de digestión gástrica nos lanzamos de cabeza a una piscina o nos bañamos debajo de un chorro de agua la sangre que está en intensa actividad a nivel del estómago es violentamente arrebatada de su función y vuelve en gran volumen al cerebro con el peligro inmenso de que si encuentra un vaso o una arteria débil puede romperlos y producir la hemorragia cerebral, causa frecuente de muchas muertes súbitas durante el baño. Esta *anemia cerebral* transitoria explica por qué no debemos leer o estudiar durante la primera hora después de las comidas.

EL INTESTINO DELGADO

Cuando termina la digestión en el estómago, el alimento es arrojado mediante contracciones peristálticas y la apertura del píloro hacia el *intestino delgado*; este es un tubo de siete metros de longitud y dos centímetros de diámetro en donde se completa la digestión y se hace la absorción de la mayor parte de los alimentos, pues por el estómago solo se absorben algunos tóxicos como el alcohol, y el intestino grueso únicamente absorbe el agua.

La digestión en el largo intestino delgado de los herbívoros, es muy lenta porque consiste en el aprovechamiento de materias primas vegetales las cuales deben sufrir una transformación muy grande para llegar a constituir músculos, sangre, huesos etc. En cambio el intestino de los carnívoros es corto porque ellos comen alimentos animales que ya son productos elaborados por un animal y requieren menos transformaciones en el intestino; por tanto su recorrido es más rápido. El hombre por ser omnívoro tiene un intestino de longitud mediana. Debemos anotar que el renacuajo de la rana, que tiene un período larvario de herbívoro, posee un intestino muy largo; en cambio la rana adulta lo tiene corto por ser carnívora.

El intestino delgado se divide en varias partes: el *duodeno*, que está fijo al hígado y al estómago y mide 30 cm. de largo y 2.5 cm. de diámetro; en él desembocan el hígado y el páncreas y en sus paredes interiores hay millones de pequeñas glándulas las cuales secretan el jugo intestinal que contiene numerosos fermentos para terminar la digestión iniciada

en la boca y en el estómago. El resto del intestino delgado está unido por una membrana llamada *mesenterio* a la parte posterior de la pared abdominal y tiene dos partes: el *yeyuno* y el *ileón*. El intestino delgado, lo mismo que el estómago, posee una musculatura de fibras longitudinales y oblicuas para el peristaltismo, y fibras circulares que al contraerse mezclan los alimentos con los jugos digestivos. El recorrido del alimento por el intestino delgado se hace aproximadamente en ocho horas. Cuando los alimentos lo abandonan es porque se ha terminado la digestión y la absorción de los alimentos.

Los jugos intestinales. — Tanto el páncreas como el hígado tienen cada uno un conducto pero desembocan los dos a través de un *esfínter* común llamado *de Oddi*. El jugo *pancreático* o saliva del intestino contiene *tripsina*, fermento que convierte la peptona proveniente del estómago en polipéptidos; *amilasa* que convierte la maltasa (dextrosa), que venía de la digestión salivar, en maltosa; y *lipasa* que desdobra las grasas en ácidos grasos y glicerina.

Se considera que el organismo produce litro y medio de jugo pancreático al día pero si hay insuficiencia pancreática, es decir, menos producción del jugo que se necesita, se hace mal la digestión pues no se aprovecha la comida y el individuo pierde peso rápidamente aunque aumenta el apetito y la voracidad. Si se produce exceso de este jugo pancreático y no se puede eliminar normalmente hacia el intestino, los jugos digestivos atacan entonces las paredes de la glándula misma y el intestino, y se producen muchos daños en los tejidos; puede, inclusive, sobrevenir la muerte en pocas horas al producirse una *pancreatitis hemorrágica* aguda por autodigestión de la glándula y el intestino.

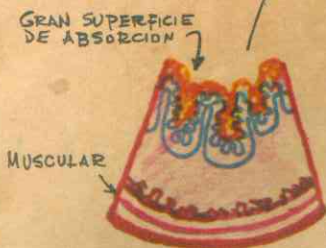
El *jugo intestinal* es un líquido alcalino secretado por las glándulas que están en la pared del intestino, especialmente del duodeno, y tiene los siguientes fermentos: la *erepsina* que obra sobre los polipéptidos convirtiéndolos en aminoácidos; la *invertasa* que transforma el azúcar en glucosa y fructosa; la *lactasa* que convierte el azúcar de la leche en glucosa y galactosa; y la *lipasa* que transforma las grasas en ácidos grasos y glicerina.



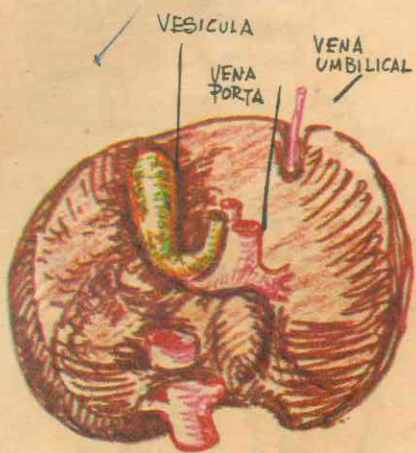
INTESTINO DEL HOMBRE
INTESTINO DE UN HERBIVORO



CORTE DEL INTESTINO DELGADO



GRAN SUPERFICIE DE ABSORCION
MUSCULAR



HIGADO

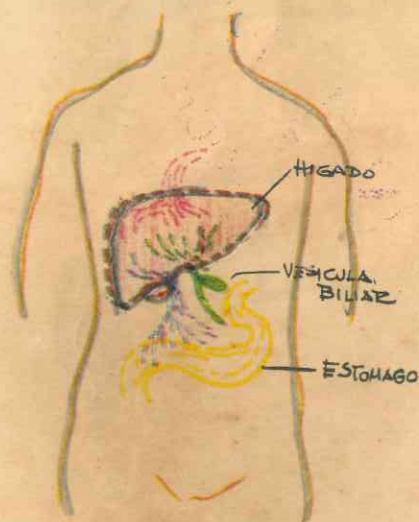


DIAGRAMA FUNCIONAL HIGADO

La bilis contiene pigmentos biliares y las sales biliares que son la colesteroquina y la lecitina. Los pigmentos biliares, bilirrubina y biliverdina, provienen de los glóbulos rojos destruidos por el hígado y no tienen fin digestivo alguno. Las sales biliares en cambio, rebajan la tensión superficial de las grasas para ser atacadas por el jugo intestinal pues este no tiene adherencia para la grasa. Las sales biliares son luego reabsorbidas por el mismo intestino para ser utilizadas nuevamente por el hígado con el mismo fin anotado, y sólo una pequeña parte se elimina por las materias fecales. La obstrucción biliar o mal funcionamiento hepático trae trastornos en la digestión de las grasas; además las materias fecales se pueden volver blancas por la falta de los pigmentos que le dan la coloración habitual característica.

Otro constituyente de la bilis es el colesterol que no desempeña papel alguno en la digestión pero que al inflamarse la vesícula biliar se precipita en ella formando cálculos o piedrecitas que provocan cólicos biliares muy dolorosos. Si se prolonga el proceso debe someterse el paciente a una intervención quirúrgica para extraer la vesícula biliar, que no es muy necesaria para el organismo, tanto más que los canales biliares se dilatan para dar oportunidad a que se almacene la bilis.

EL HIGADO

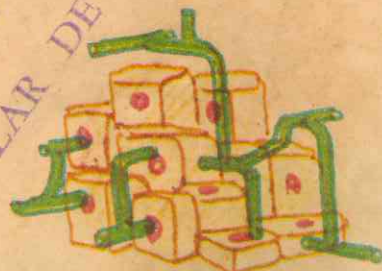
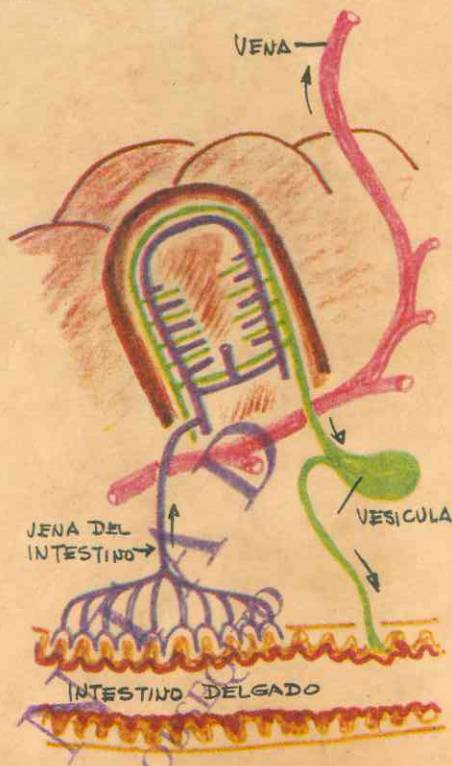
El hígado es la glándula más voluminosa del organismo, situado a la derecha y arriba del abdomen, debajo del diafragma. Sus dimensiones, en sentido transversal, son 25 cm., 20 en sentido anteroposterior y siete de espesor: su peso es de 1.500 gm. aproximadamente. Tiene muchas funciones importantes entre las cuales señalamos primeramente la de desintoxicar el organismo pues extrae de la sangre muchos elementos nocivos que son transformados y eliminados en forma de colesterol, de bilirrubina o pigmento rojo, de biliverdina o pigmento verde y de otras sales biliares. Otra función importante del hígado es la de almacenar los azúcares en forma de glucógeno que el organismo irá utilizando al extraerlo de él conforme a las necesidades. También deposita aminoácidos a partir de las proteínas.

Del hígado parte un canal llamado hepático que comunica con la vesícula biliar por intermedio del canal propio de esta llamado cístico. Ambos canales se reúnen para formar el canal colédoco que desemboca en el duodeno por intermedio del esfínter de Oddi. La vesícula biliar está localizada en la cara inferior del hígado y su finalidad es almacenar bilis producida por el hígado la cual pasa por el canal hepático al cístico y la llena; cuando llega grasa al duodeno se abre el esfínter de Oddi y la vesícula biliar lanza su contenido hacia el duodeno para emulsificar, o sea disolver las grasas.

Las enfermedades del hígado. — Una afección hepática muy grave es la fiebre amarilla producida por un virus y transmitida de hombre a hombre o de los mosquitos a los hombres por un mosquito, el *Aedes aegypti*. Cuando la enfermedad toma un curso grave sobreviene un vómito negro e ictericia que es la coloración amarilla de la piel debida a insuficiencia hepática; la enfermedad afecta el hígado que no puede, entonces, eliminar los pigmentos biliares concentrados en la sangre y dan esta coloración a la piel. La mayor parte de las infecciones son benignas pero a veces llegan a ser mortales. El período de incubación es de tres a seis días; comienza violentamente con calofrío, vómito y temperatura de 40°C. Cuando el individuo se recupera, generalmente después de una semana, queda inmunizado de por vida. No hay tratamiento especial para esta enfermedad fuera de los cuidados corrientes que se tengan con el enfermo durante su proceso. Como medida preventiva si se va a una región afectada por el mosquito debe dormirse debajo de un mosquitero y todos los visitantes y residentes de la región donde hay fiebre amarilla deben vacunarse. La vacuna, fabricada en Colombia por el Instituto Carlos Finlay, comienza a dar protección al cabo de una semana y dura su efecto por lo menos seis años. La enfermedad ha desaparecido notablemente en Colombia por la vacunación pero se encuentran casos en los Llanos Orientales contra la cordillera Oriental y en la Sierra de la Macarena en donde hay muchos mosquitos.

Es indispensable anotar que la más frecuente agresión sobre el hígado entre nosotros proviene del alcohol, que en Colombia se consume mucho. Hemos

NO LOBULO DEL HIGADO



CELULAS DEL HIGADO Y CONDUCTOS BILIARES.

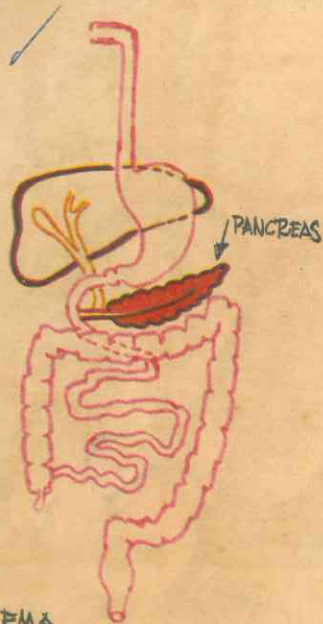
visto que el alcohol se absorbe ya desde el estómago y el intestino delgado y al ser transportado por la vena porta va a agredir directamente el hígado que con el tiempo sufre daños irreparables como la *cirrosis hepática*; esta enfermedad ataca a los jóvenes y termina con la salud de la persona ocasionando muertes prematuras. Pero este no es el único factor grave del alcohol, pues hay uno mucho mayor que es la agresión al cerebro en una intoxicación crónica llamada *alcoholismo* de la cual hablaremos luego. X

EL PANCREAS

El *páncreas* es, después del hígado, la glándula más importante del organismo. Mide aproximadamente 16 cm. de largo por 4 cm. de ancho. Está localizado a la izquierda del abdomen, debajo del estómago, y pesa unos 70 gm. Secreta los jugos de que hemos hablado y, además, por medio de las células de los *islotos de Langerhans* vierte en la corriente sanguínea una hormona llamada *insulina*, secreción interna que sirve para regular la cantidad de azúcar en la sangre a partir de la depositada en el hígado. Si esta glándula no funciona se produce hiperglicemia o sea que aumenta el nivel de azúcar en la sangre y, si se prolonga, la enfermedad se llama *diabetes azucarada* que se transmite hereditariamente.

La secreción interna de insulina y la externa de jugo pancreático tienen funciones distintas, como se ha visto. Algunos peces tienen dos páncreas, uno para la secreción externa y otro para la interna.

La bilis y el jugo pancreático que se vierten en el duodeno se llaman *secreciones externas* porque el tubo digestivo es un epitelio, es decir, una pared que tiene el mismo origen que la piel humana. El organismo se considera como un tubo de paredes gruesas; la periferia del tubo, que es la piel, y la luz interior del tubo digestivo están en contacto con el aire y por esto, repetimos, las secreciones del páncreas y el hígado se llaman externas a pesar de verterse en el interior del intestino. Son *secreciones internas*, en cambio, las que se vierten directamente a la sangre, como la insulina pancreática.



ESQUEMA AP. DIGESTIVO



PANCREAS

ABSORCION DE LOS ALIMENTOS

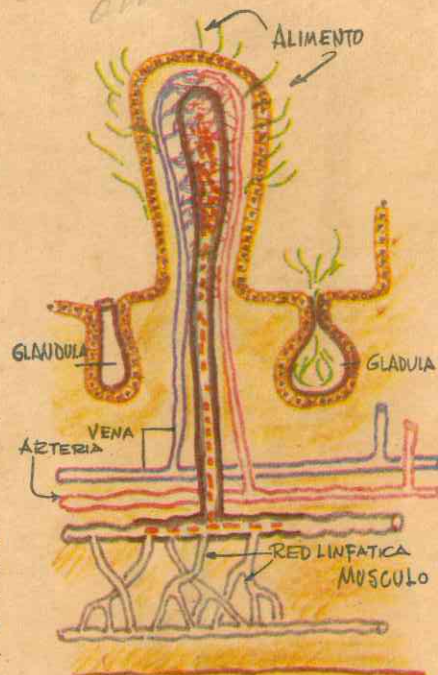
La superficie interna del intestino está tapizada por muchas *vellosidades* que le dan un aspecto aterciopelado y permiten una mayor superficie de absorción intestinal. El contenido intestinal se llama *quilo*. A cada una de las vellosidades llega una *arteria*, una *vena* y un canal llamado *quilífero*. La arteria suministra sangre a la vellosidad. La vena absorbe los azúcares y los aminoácidos en los cuales se ha transformado la digestión de los azúcares y los almidones por una parte, y las proteínas por otra, y todos son llevados por la vena porta hasta el hígado donde se almacenan. Las grasas son absorbidas por el canal quilífero que va al *canal torácico* el cual desemboca en la aurícula derecha, de donde las grasas son repartidas a todo el organismo.

Solo se absorben los elementos indispensables para el organismo, por lo menos normalmente, y los que no están digeridos no se absorben. Terminada la absorción de estos elementos y además de las vitaminas y minerales que también se absorben a nivel intestinal, se termina la digestión propiamente dicha y los restos de elementos no utilizados por el organismo pasan al intestino grueso en forma casi líquida.

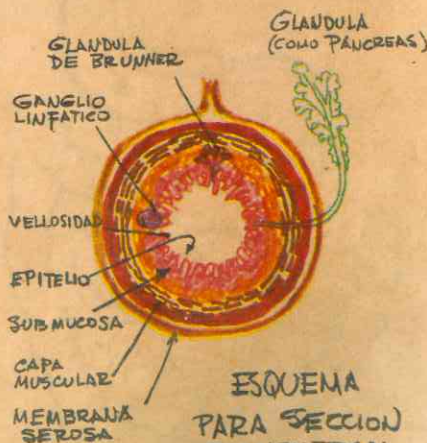
En resumen: los almidones se absorben por la vena en forma de azúcares más o menos simples, y las albúminas en forma de ácidos aminados; las grasas desdobladas, por el quilífero, en forma de ácidos grasos y glicerina. Por el sistema venoso se absorben también las vitaminas y los minerales. Esta absorción se hace en la segunda parte o parte distal del intestino delgado que se llama absorbente. La primera o proximal se llama secretante. V

EXPERIENCIA

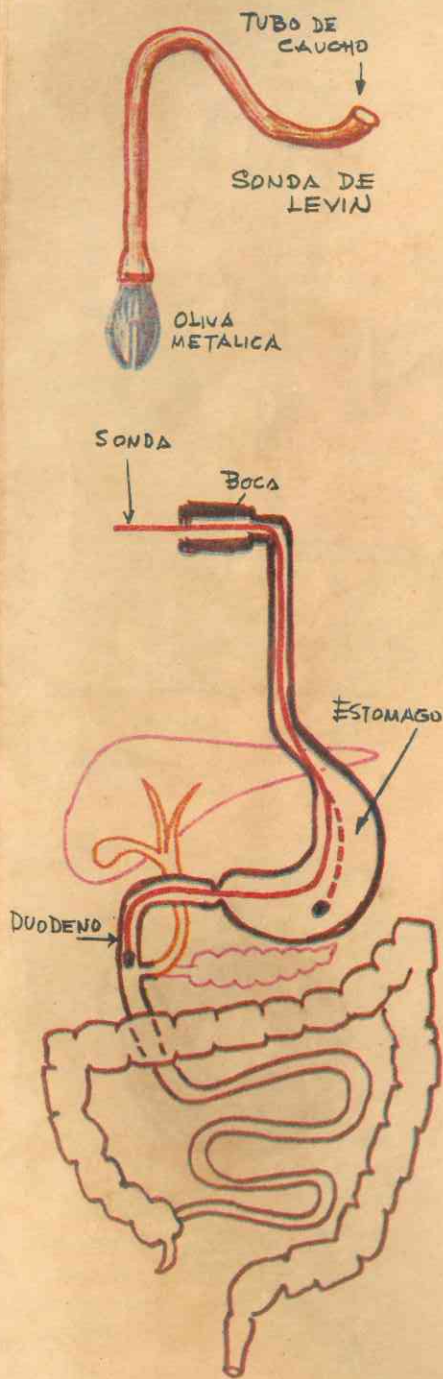
Para estudiar la acción del jugo gástrico y del jugo intestinal debemos sondear un voluntario de la siguiente manera. Se utiliza una *sonda de Levin* que consiste en un tubo de caucho de aproximadamente medio centímetro de diámetro, y tiene en una de sus puntas una perilla u oliva metálica. La sonda debe tener por lo menos dos señales, una a los 60 cm. y otra a los 80 cm.; si no las tiene nosotros se las debemos poner. Se coloca la perilla sobre la base de la lengua y se le indica al volun-



VELLOSIDAD Y CANAL QUILIFERO



ESQUEMA PARA SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTO INTESTINAL



tario que la trague tomando inmediatamente un poco de agua, y que luego la sujete con las piezas dentarias para que no se mueva y produzca vómito. Calmada la primera arcada el voluntario va pasando de a dos centímetros la sonda sin mayor dificultad hasta que se llegue a la primera señal que tiene la sonda, a los 60 cm. La sonda ya está dentro del estómago. Por medio de una jeringuilla de 10 cm. podemos aspirar a través de la sonda con mucho cuidado para no provocar sangría en el estómago pues si lo hacemos en forma violenta penetra la mucosa gástrica dentro de la perilla y se hiere; este procedimiento no ofrece problema si se hace con cuidado. Al aspirar un poco el jugo gástrico ponemos unas gotas de él sobre una tajada delgada de carne y observamos cómo al poco rato ha sido digerida. Podemos comprobar mejor este proceso haciendo un corte en la carne y mirando su estructura a través del microscopio: vemos que la fibra muscular es como una malla de escalerillas que se destruye en pocos minutos cuando se somete a la acción del jugo gástrico.

En seguida hacemos penetrar lentamente la sonda un poco más; este proceso dura unos veinte minutos durante los cuales el voluntario estará recostado sobre su lado derecho para que la perilla pase a través del píloro y llegue a la desembocadura del hígado y del páncreas en el duodeno, lo cual sucede cuando la sonda haya penetrado veinte centímetros más, hasta la señal siguiente.

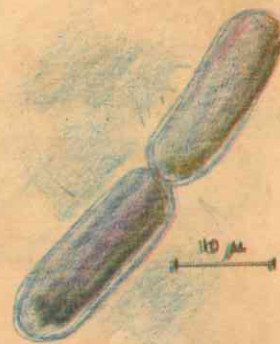
Si con la jeringuilla volvemos a aspirar veremos salir un líquido amarillo verdoso, la bilis, que seguramente irá mezclada con jugo pancreático con el cual podemos hacer algo semejante a lo que hicimos en la experiencia del efecto de la ptialina sobre pan o almidón. También podemos mezclar esa bilis con grasa vegetal y vemos cómo se emulsiona y pierde la consistencia viscosa de aceite para convertirse en una substancia completamente líquida y no untuosa. Si este procedimiento lo hacemos lentamente sin aspirar y dejando que a través de la sonda salga la bilis libremente durante media hora, veremos que al principio sale una bilis amarillo-verdosa que es la que está en el colédoco; luego una bilis más negra porque está almacenada en la vesícula biliar y se ha oxidado un poco y, por último, una bilis amarillo oro que es bilis nueva. Si no hay bilis negra quiere decir que la vesícula biliar está obstruída y no hay almacenaje de ella.

Debemos observar, finalmente, que este procedimiento del sondaje gástrico duodenal no ofrece peligro; es aparentemente desagradable pero sumamente conveniente en casos de enfermedades de las vías biliares; hecho el sondaje con alguna frecuencia evita una intervención quirúrgica para extraer la vesícula biliar.

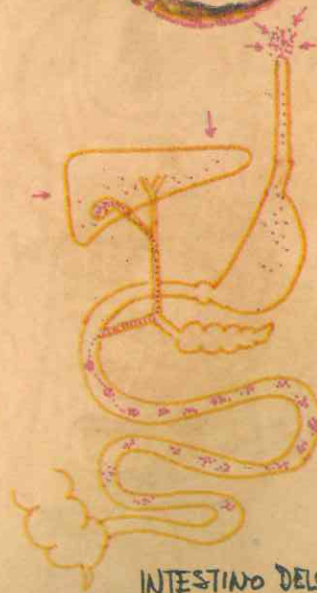
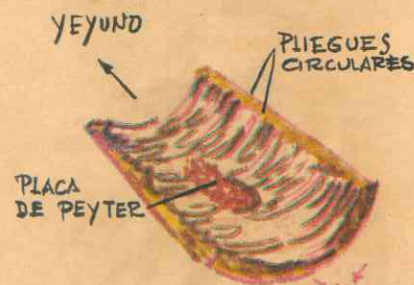
LAS ENFERMEDADES DEL INTESTINO DELGADO

La enfermedad infecciosa más común del intestino delgado es la *enteritis*, o infección de la pared del intestino y se debe, generalmente, a que emigran gérmenes del intestino grueso; también es producida por ingestión de sustancias tóxicas que modifican la flora intestinal determinando la infección, como la intoxicación por pescado y carnes dañadas que puede comprometer, inclusive, la vida de la persona si no se aplica pronto el remedio. Como sabemos, los jugos digestivos son muy poderosos y unos excelentes desinfectantes que no permiten la presencia de gérmenes en el intestino delgado; pero si se altera este quimismo la infección es frecuente y puede ser grave aunque actualmente se controla fácilmente con antibióticos.

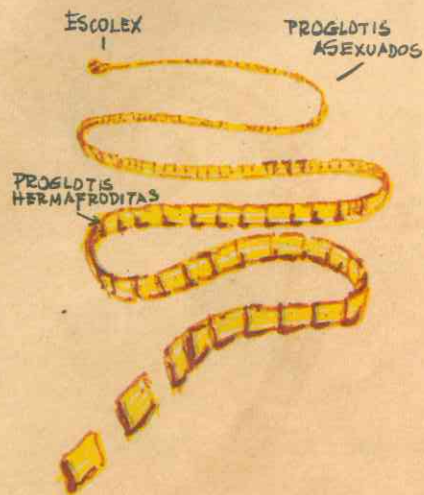
La *fiebre tifoidea* es una infección que se localiza en el intestino delgado y es originada por una bacteria llamada *Salmonella typhosa*; produce una fiebre muy alta y continua, fuerte dolor de cabeza y exantema o brote discreto en todo el cuerpo especialmente en el abdomen. Los bacilos tíficos penetran en el cuerpo humano por la boca y al llegar a la faringe o al estómago se difunden por ellos y entran al torrente circulatorio para localizarse en los ganglios linfáticos, los pulmones, la médula ósea y el hígado, fenómeno que se aprecia durante la primera semana. Los gérmenes depositados en el hígado se eliminan por la vesícula biliar y a través de la bilis infectan toda la mucosa del intestino delgado y se localizan especialmente en las placas de Peyer, entre la segunda y la tercera semana de enfermedad. Las placas de Peyer son unas agrupaciones de glóbulos blancos en el interior de la mucosa, que unas veces están dispersas y otras se agrupan, y con frecuencia se ulceran y producen hemorragias graves. A partir de la segunda semana la enfermedad comienza a producir defensas contra las salmonellas que empiezan a desaparecer en todas partes menos en la vesícula biliar porque es un buen medio de cultivo para el germen, hasta que a partir de la tercera semana, normalmente, se inicia la autodesinfección total del organismo que acaba por destruir todos los gérmenes. El enfermo queda vacunado contra la enfermedad.



SALMONELLA TYPHI



INTESTINO DELGADO ESQUEMATICO



TENIA

Hoy día el tratamiento de la fiebre tifoidea es muy sencillo con cloranfenicol que la cura generalmente al segundo o tercer día. La profilaxis del tifo se hace por medio de la desinfección de aguas, hirviéndolas o tratándolas como en los acueductos de las grandes ciudades.

Una infestación de protozoarios en el intestino delgado es producida por la *Giardia lamblia* suministrada por aguas parasitadas. La *Giardia* es un protozoario que aunque a veces no causa problema, otras produce diarreas y dolores intensos. El parásito adquiere una forma quística que le permite sobrevivir a pesar de las dificultades que encuentra fuera del intestino mientras reinicia el ciclo; al ser ingerido en aguas contaminadas, infesta el intestino delgado. El tratamiento de las giardiasis se hace con las mismas drogas que se utilizan para combatir el paludismo pues los parásitos son muy similares.

La infestación del organismo por parásitos intestinales es bastante frecuente en el mundo y muy especialmente en los trópicos donde representa un grave problema de salud ya que parte de la mortalidad infantil se debe al parasitismo intestinal. Entre los parásitos intestinales encontramos en primer lugar las *tenias* o *cestodos* o gusanos planos. Las más frecuentes teniasis humanas son producidas por la *Taenia saginata* o tenia del buey, la *Taenia solium* o tenia del cerdo y la *Himenolepsis nana* o tenia enana.

La *Taenia saginata* mide de cinco a siete metros de longitud e incluye mil y más proglótides. Su cabeza o *escólex* tiene un diámetro de uno con cinco a dos milímetros, con cuatro ventosas sin gancho; los *proglótides* miden unos veinte milímetros de largo y ocho de ancho y cada uno contiene aproximadamente cien mil huevos. Eliminados por las materias fecales los proglótides tienen color blanco. Las reses y demás bovinos, únicos huéspedes intermediarios, ingieren los huevos del suelo contaminado con excrementos humanos, huevos que maduran en el intestino delgado de la vaca librando sus embriones que emigran siguiendo el torrente sanguíneo, principalmente hacia los músculos; en tres meses se desarrollan las larvas. En los países donde se come carne de res poco cocida estos embriones no alcanzan a morir por la escasa acción del calor y así el hombre ingiere

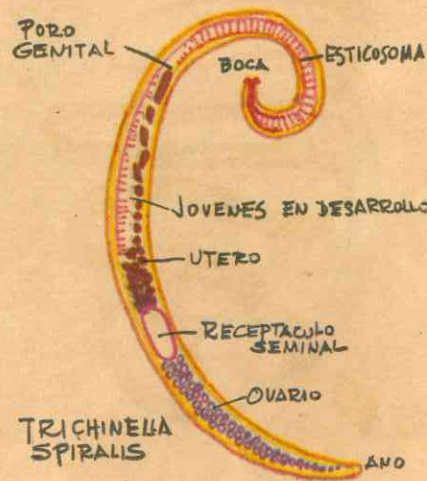
la carne infestada; al liberarse la cabeza de la tenia incluida en el quiste se fija en el intestino y forma un gusano completo en dos o tres meses, el cual puede vivir hasta veinticinco años.

La *Taenia solium* mide de dos a tres metros de longitud. El *escólex* es más pequeño que una cabeza de alfiler y posee cuatro *ventosas* con ganchos. Los cerdos que comen las heces humanas se infestan y en el plazo de tres meses desarrollan el embrión, lo mismo que le sucede al hombre cuando toma aguas contaminadas por huevos. En todo caso, el hombre se infesta generalmente con la tenia al comer carne de cerdo poco cocida.

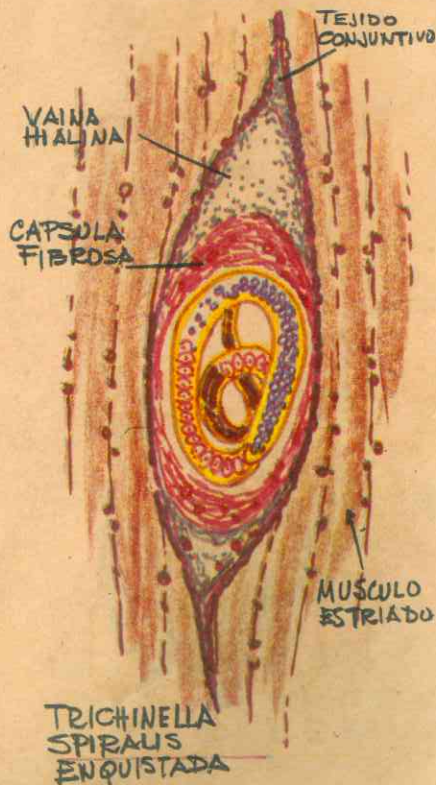
Muy frecuente es la afección producida por la *Himenolepsis nana*, la menor de las tenias que afectan al hombre pues solo mide unos centímetros de longitud. Su acceso al hombre puede ser directamente pues no requiere un animal intermediario aunque a veces puede utilizar pulgas y coleópteros de los granos.

Todas las tenias producen, en general, un daño más psicológico que real en quienes las padecen, excepción hecha de que el parasitismo sea muy abundante pues afecta la pared del intestino delgado por los ganchos y las ventosas que tienen los parásitos. Habitualmente consumen muy poco alimento de manera que son compatibles con una buena salud. El tratamiento de la teniasis se practica con parasiticidas que hoy se utilizan con mucho éxito.

El parasitismo producido por *nematelminfos* o gusanos redondos es más grave que el producido por las tenias, y el peor de todos es la *triquinosis* originada por la *Trichinella spiralis* que se transmite por carnes insuficientemente cocidas. Las larvas vivas y enquistadas del parásito se ingieren con la carne y después de liberadas por los jugos digestivos se fijan en la mucosa del duodeno de la cual toman oxígeno y alimento líquido. En el curso de dos días evolucionan hasta la fase adulta sexualmente madura; los machos miden un milímetro y medio de longitud y las hembras de tres a cuatro. Después de fecundada la hembra penetra más profundamente en la mucosa; el macho muere y es eliminado; los huevos se desarrollan en el útero de la hembra que puede producir hasta mil quinientas larvas que entran por los



TRICHINELLA SPIRALIS



TRICHINELLA SPIRALIS ENQUISTADA



ASCARIS



FORMA ENQUISTADA



CABEZA DEL ASCARIS

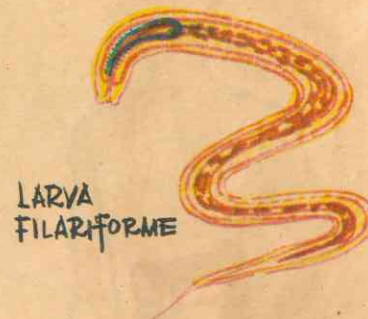
vasos linfáticos y los quilíferos del intestino delgado del huésped, en el curso de unas seis semanas después de las cuales muere. El cerdo es el principal receptáculo para la infestación humana. Las larvas se distribuyen extensamente por todos los tejidos y rompen los vasos capilares de los músculos para penetrar en sus fibras; los organismos tratan de formar un quiste alrededor para defenderse lo cual afecta el músculo; si la infestación es muy grande puede ocasionar lesiones más o menos graves especialmente en el diafragma y los músculos motores del ojo. No se conoce tratamiento para esta enfermedad que debe evitarse consumiendo la carne de cerdo suficientemente cocida.

El parasitismo más frecuente es el producido por el *Ascaris lumbricoides*, el gusano redondo más largo que parasita al hombre y cuya presencia se conoce desde el Paleolítico. Los gusanos adultos tienen entre quince y treinta y cinco milímetros de largo y el macho es mucho menor. Vive en el intestino delgado y se alimenta de su contenido; la hembra produce unos doscientos mil huevos diarios que se desarrollan en el suelo en unas tres o cuatro semanas antes de alcanzar la etapa de larva infecciosa; durante esta etapa pueden durar varios meses en la tierra. Cuando son ingeridos los huevos se desarrollan en la parte alta del intestino delgado y las larvas penetran en la pared intestinal para emigrar por los linfáticos y las venas hasta el hígado, la vena cava, el corazón derecho y las arterias pulmonares. Atraviesan los capilares pulmonares, pasan a los alvéolos, emigran hacia la faringe en un acceso de tos provocado por la excitación del gusano en la laringe, y son deglutidos hacia el estómago. En el plazo de pocos días se transforman en gusanos adultos en el interior del intestino delgado y allí pueden vivir de un año a año y medio.

Por lo que dijimos de este gusano se desprenden los daños que puede causar. En primer lugar en la evolución del parásito hay ruptura del intestino delgado, y del alvéolo pulmonar por lo cual, cuando la infestación es muy abundante, se provocan bronquitis que no ceden a tratamientos habituales. Alojado el gusano en el intestino delgado es muy voraz y se come parte muy importante de los alimentos que

consume el hombre. La prevención de la infestación se hace por el lavado de las manos antes y después de las comidas, evitando que los niños se lleven los dedos a la boca y lavando las verduras y las frutas antes de comerlas. El tratamiento es sencillo por medio de parasiticidas modernos que son bien tolerados. Es más frecuente en los niños que en los adultos porque los huevos al pasar por el estómago del adulto son destruidos con mucha facilidad debido a la mayor acidez que tiene el jugo gástrico de este. Debemos anotar también que, fuera de la acción expoliadora del parásito en el intestino por el consumo que hace de alimentos, el número de parásitos puede ser en el niño hasta de cuatrocientos ocasionando a veces la muerte por obstrucción intestinal; otras veces, aunque la infestación sea escasa, por ejemplo de seis u ocho parásitos, puede ocasionar también la muerte al producirse cualquier afección febril con motivo de la cual y sin saberse por qué, el parásito emigra hacia el estómago y hacia el esófago perforando estos órganos; a veces llega a la faringe, penetra por la trompa de Eustaquio y perfora el oído. Al romper el esófago cae en la cavidad pulmonar provocando la muerte del individuo. Cuando penetra a través de la pared gástrica y llega a la cavidad peritoneal produce mortales peritonitis parasitarias.

Muy difundido entre nosotros es el parasitismo llamado *uncinariasis* o anquilostomiasis, producido por el *Ankylostoma duodenalis* o el *Necator americanus*. Los gusanos miden aproximadamente un centímetro de longitud y el *Ankylostoma* es mayor que el *Necator*. Las hembras producen de cinco mil a veinte mil huevos diarios; las larvas se desarrollan en zonas húmedas y calientes y atraviesan la piel de los trabajadores; por el sistema venoso van al corazón, de ahí pasan al pulmón y hacen el mismo recorrido de los *Ascaris* para fijarse finalmente en el intestino delgado en donde expolian al parasitado no sólo de los alimentos sino de glóbulos rojos que absorben en las paredes intestinales. Este parasitismo es muy frecuente en los cultivos cafeteros y su prevención se hace construyendo letrinas higiénicas en los campos y calzando a los campesinos para que no tengan el pie en tierra. En la actualidad el tratamiento de la uncinariasis se efectúa



LARVA FILARIFORME



MACHO



HEMERA

NECATOR AMERICANUS CAUSANTE DE LA ANQUILOSTOMIASIS.

túa con parasiticidas escogiendo los que sean bien tolerados y teniendo en cuenta que posteriormente hay que tratar la anemia resultante, muy marcada en estos enfermos.

Otros parisitismos son menos graves, como la *tricocefalosis*. En general, los tratamientos y las medidas higiénicas que hemos anotado respecto a los descritos anteriormente sirven para el resto de parisitismos: para su curación el uso de parasiticidas y para su prevención el calzado, el aseo personal, el correcto cocimiento de las carnes y el lavado de frutas y verduras.

EL INTESTINO GRUESO

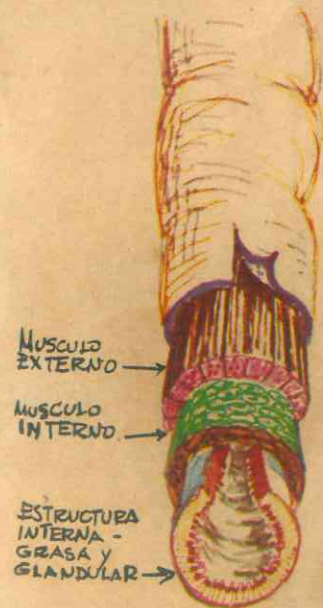
El intestino grueso o *colon* comprende tres regiones: un *colon ascendente* o derecho, uno *transversal* y uno *descendente* o izquierdo que termina en el *recto*. El colon enmarca toda la cavidad abdominal; arranca del *ciego* que es una bolsa situada en el lado derecho y abajo del abdomen, cerca de la unión del intestino delgado y el grueso, y de él se desprende un *apéndice* de cinco a diez centímetros de largo. El intestino derecho asciende hacia el hígado, luego se hace transverso hacia el estómago y el bazo, y desciende por el lado izquierdo hasta la parte inferior del abdomen, desviándose hacia el centro y abajo para terminar en el intestino recto que comunica con el exterior por medio de un esfínter anal; este se abre periódicamente para la *defecación* o expulsión de las materias fecales que son los elementos de desecho de la digestión. El colon mide en su totalidad dos metros de largo por cuatro centímetros de diámetro.

El intestino grueso tiene cuatro túnicas: una *peritoneal*, extensa, muy delgada; otra *muscular* formada por dos capas, una exterior y longitudinal y otra interna de fibras circulares; una tercera túnica formada por *tejido conjuntivo* en donde hay muchos vasos sanguíneos y una cuarta túnica o *mucosa* que tapiza las paredes del intestino.

El intestino grueso tiene dos clases de movimientos: unos provocados por los músculos circulares llamados *mezcladores* y otros por los músculos longitudinales llamados *peristálticos*; si bien son movimientos mucho más lentos que los del intestino delgado.



INTESTINO GRUESO
ESQUEMA



MUSCULO EXTERNO
MUSCULO INTERNO
ESTRUCTURA INTERNA - GRASA Y GLANDULAR

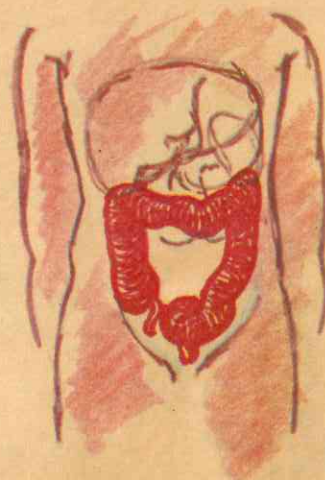
periódicamente se producen unos más vigorosos que contribuyen al vaciamiento del colon a través del *recto* y del *ano*, lo que determina la *defecación* que, habitualmente, se realiza en el hombre cada veinticuatro horas. Cuando es más largo el período de defecación, cada dos o tres días, el único problema que puede presentarse es el endurecimiento excesivo de las materias fecales las cuales hieren las paredes del recto y del ano provocando a veces unas inflamaciones de las venas de dichos órganos; esto ocasiona las *hemorroides* que son bastante molestas y si se prolongan requieren intervención quirúrgica para extraerlas.

Al colon llegan las *materias fecales* en estado casi líquido; en la primera parte del colon comienza la absorción del agua, de manera que en la parte final, en el recto, ya están en el estado sólido característico y propio para su expulsión.

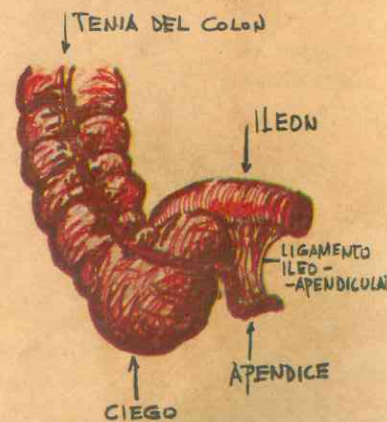
El proceso de reabsorción y paso de los elementos de desecho, y la formación de las materias fecales desde la *válvula ileocecal* hasta el ano dura de doce a veinticuatro horas.

El producto final, las heces o *materias fecales*, contiene todos los residuos no digeribles ni aprovechables de los alimentos y de las sustancias segregadas por el organismo como los pigmentos biliares, los metales pesados como el hierro y gran cantidad de bacterias y restos celulares de la pared intestinal que al ir escamando contribuyen a formar el bolo fecal; estos últimos elementos son más aparentes cuando después de varios días de no comer continúa presentándose una defecación abundante lo cual indica el proceso de escamación de todo el tubo digestivo desde la boca hasta el recto.

Un punto muy importante es el que se refiere a los elementos bacterianos que existen normalmente en el colon, especialmente el *colibacilo*, que hacen de este órgano una zona sumamente infestada; estos elementos contribuyen a terminar la digestión y descomponer su olor característico y la infecciosidad de dichas materias fecales, las cuales pueden provocar grandes daños cuando contaminan las manos o los alimentos. Las bacterias contribuyen sobre todo a acabar de destruir las células vegetales y ayudan a sin-



INTESTINO GRUESO



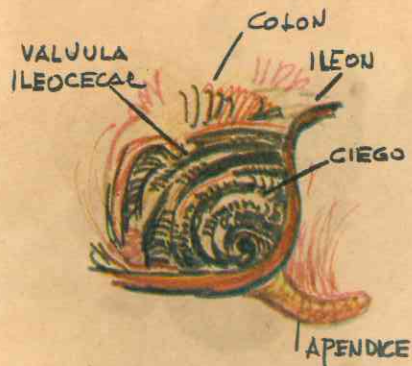
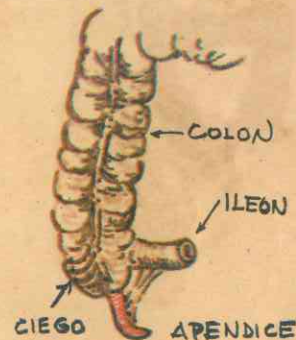
EMPALME DEL ILEON CON EL INTESTINO DELGADO

tetizar gran variedad de vitaminas que suministran una importante fracción de la cantidad que necesitamos diariamente. Algunas bacterias producen sustancias altamente tóxicas y olorosas en pequeñas cantidades que son absorbidas por el hígado y destruidas para evitar nuestra intoxicación. El dolor de cabeza y otros síntomas que acompañan habitualmente la *constipación* o dificultad para la defecación diaria son producidos por la distensión de las paredes del recto y no por la absorción de sustancias tóxicas; esto lo podemos demostrar metiendo a través del ano, al recto, torundas de algodón que lo distienden y producen, entonces, el mismo efecto.

LAS ENFERMEDADES DEL INTESTINO GRUESO

Las enfermedades más frecuentes del intestino grueso son: la *apendicitis* que consiste en la inflamación del apéndice el cual, como las amígdalas, hace parte del tejido linfoideo del cual hablaremos luego. El oficio del apéndice es ayudar a la desinfección del ciego pues por su vecindad a la *válvula ileocecal*, que cierra la comunicación del intestino delgado con el grueso, impide que los gérmenes abundantes del colon penetren al interior del intestino delgado. Actualmente es menos frecuente que antes la intervención quirúrgica para extirpar el apéndice porque el uso de antibióticos hace esta operación inútil la mayor parte de las veces y sólo debe practicarse en casos extremos. Cuando la infección ha progresado puede romperse el apéndice y el contenido del ciego, que es altamente infectante, se derrama en la cavidad peritoneal y sobreviene la peritonitis que antes era casi siempre mortal, y hoy es menos peligrosa por el uso de antibióticos.

Otra enfermedad del intestino grueso es la *colitis amibiana* producida por la *Amiba histolítica*, protozoo que ulcera la mucosa del colon; la colitis se caracteriza por dolor y un período diarreico seguido de otro de constipación en que la deposición está constituida por una baba proveniente de la mucosa inflamada. Pasado el período agudo la amiba adquiere carácter *quistico*, se inserta en la mucosa y llega muchas veces a perforar la capa muscular del intestino grueso. Fuera de que la amiba produce anemia

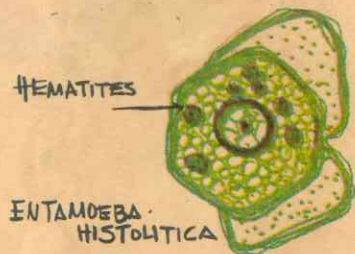
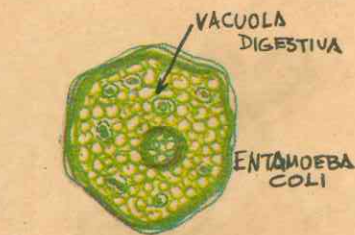


VALVULA ILEOCECAL

porque al herir la mucosa esta sangra y se encuentra abundante sangre en la deposición, el animal se nutre de glóbulos rojos lo que ayuda a anemizar al paciente; además, a través del intestino abre la puerta a bacterias intestinales las cuales pasan por el sistema venoso al corazón y después regresan por el sistema arterial para infectar otros órganos especialmente el riñón. De ahí las muy frecuentes infecciones renales producidas por colibacilos en individuos que padecen colitis amibiana. Igualmente la amiba puede infectar el hígado en su paso desde el intestino por la vena porta hasta este órgano, produciendo un quiste amibiano que tiene que ser tratado quirúrgicamente. La droga específica contra la amibiasis es la *emetina* proveniente de la *hipecacuana* que fue utilizada por los indios precolombinos para el tratamiento de diarreas; actualmente se usan antibióticos contra esta enfermedad.

La mejor manera de evitar la amibiasis es por el control de aguas que deben ser purificadas para evitar la infección, pues las materias fecales al contaminar las aguas diseminan la infección, padecida universalmente pero más en los climas tropicales.

Finalmente, debemos observar una tendencia a la constipación habitual, aumentada por la tensión nerviosa de la vida moderna pues este fenómeno poco existe entre los campesinos. Pero el estreñimiento no nos debe inducir a utilizar laxantes y otros elementos que aumentan la movilidad intestinal para provocar la defecación diaria, si no son indicados por el médico; más práctico es caminar y hacer ejercicio para determinar un correcto funcionamiento del colon en lugar de estar utilizando drogas que son peligrosas puesto que acostumbran el recto y el colon y después sólo con ellas van a producir los movimientos necesarios para arrojar las materias fecales. Todos nuestros órganos son perezosos y si les ayudamos demasiado se acostumbran a estos estímulos exteriores y no harán después su propio esfuerzo para un correcto funcionamiento de sus mecanismos normales. Muy aconsejable es comer verduras pues tienen mucha celulosa o elementos inertes que van a aumentar el volumen y la movilidad intestinal, y consumir más agua para ablandar un poco esas materias. Así el movimiento intestinal será más fácil.



AMEBAS COMENSALES Y PARASITAS

EL MOTOR DEL ESTOMAGO Y DEL INTESTINO

¿Cómo se mueve el intestino, es decir, por qué los alimentos van hasta el recto? Existe una gradación o polarización en todo el tubo digestivo, como lo veremos luego en el corazón. En un tubo digestivo sin polaridad las ondas se propagarían en ambas direcciones; en un tubo polarizado lo hacen mejor en una sola dirección.

Podemos comparar el tubo polarizado con uno puesto en pendiente más acusada en cuanto mayor sea esa polaridad. Los ríos muy rápidos son ríos que están empinados y se dice que tienen una marcada pendiente llamada *gradiente*. Los ríos que corren en sentido horizontal tienen corriente muy lenta y se dice que tienen poco gradiente.

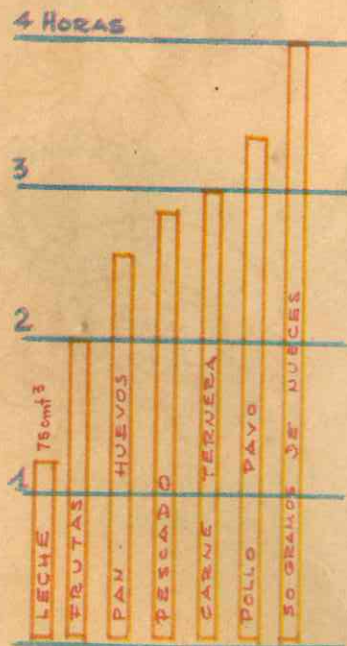
El gradiente del tubo digestivo se debe al músculo longitudinal que determina las contracciones rítmicas y el peristaltismo, pues las fibras circulares sirven sólo para mezclar los alimentos. Es más irritable el estómago que el duodeno y este más que el yeyuno, y así sucesivamente. Por esta gradación o polarización se determina el movimiento del extremo cefálico que corresponde a la boca al extremo caudal que corresponde al recto. El gradiente puede alterarse por inflamación alrededor del intestino y también por aumento de la actividad metabólica en los tejidos adyacentes a un segmento de intestino, lo que explica, en parte, las náuseas y el vómito del embarazo; estos son debidos a una inversión del gradiente producida por el aumento de la actividad de la porción terminal del ileón y del colon, provocada por el aumento del flujo sanguíneo de la parte baja de la cavidad abdominal, la pelviana que se asocia al crecimiento del útero.

Este mecanismo es inherente a todo el reino animal, pues los gradientes se forman en el mismo momento de comenzar la vida, y el organismo se desarrolla gracias a ellos. La zona del huevo que tiene más actividad se transforma en cabeza del embrión. Los experimentadores han conseguido acelerar esa actividad en uno u otro punto del huevo, con un pequeño serpentín de calefacción y han podido reestructurar el embrión a voluntad. Debemos entender, por



ACTIVIDAD PERISTÁLTICA

ALIMENTOS
TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL ESTOMAGO



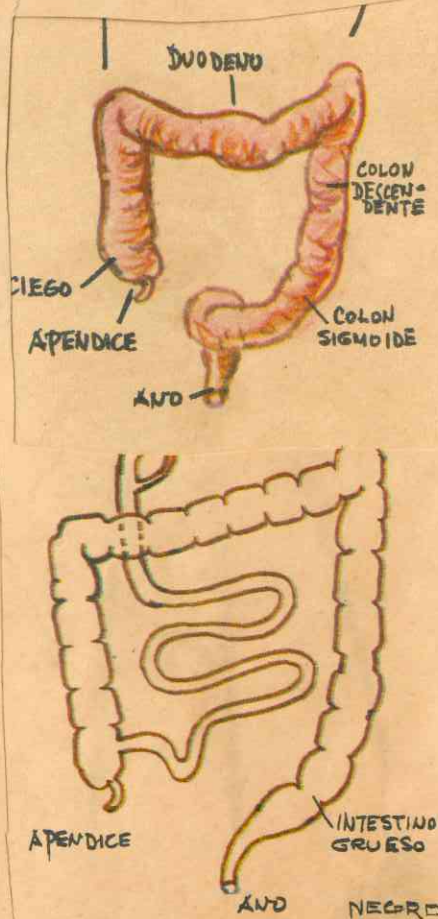
lo tanto, que el movimiento de estos órganos no se debe al sistema nervioso sino a su propio automatismo. La influencia del sistema nervioso sólo es de coordinación de movimientos con el resto de sistemas y de acuerdo con las necesidades del organismo.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Para estudiar la anatomía y el funcionamiento del aparato digestivo debemos abrir un conejo, anestesiándolo previamente con un poco de éter para mantenerlo dormido. Para el efecto se pone en el fondo de un vaso pequeño una torunda de algodón empapada con el éter; esto sirve de mascarilla que se le adapta al animal en su trompa. Dormido el conejo lo sujetamos a una tabla de 40 cm. por 50 cm. en la cual hemos clavado cuatro clavos gruesos en sus cuatro ángulos que nos sirven para fijar las cuatro patas. A esta tabla se le han adherido en su centro y a lo largo dos cuartoncitos de madera de 5 cm. de lado, colocados paralelamente a diez centímetros de distancia el uno del otro. Esto constituye el dispositivo de trabajo para esta clase de animales. Colocamos, además, clavitos auxiliares en las orillas de la tabla.

Para esta disección mojamos la piel del animal y hacemos una pequeña incisión en su abdomen, cerca de los órganos genitales; luego, con una tijera de disección que tiene una punta aguda y otra roma, hacemos penetrar la punta roma a través de la incisión evitando que la tijera hiera los órganos internos, y abrimos el abdomen hasta la base del tórax. En seguida hacemos incisiones transversales en la pared abdominal por debajo de las últimas costillas y retiramos la piel para fijarla con hilo a los clavitos auxiliares y hacer más fácilmente las observaciones. Aparece el *peritoneo* brillante, y al abrirlo podemos observar el *hígado* que es rojo, situado debajo del *diafragma* al lado derecho del animal; cubre parcialmente el *estómago*, grande y blanco, situado a la izquierda, y se extiende a través de todo el abdomen. Por debajo se ve el *colon* y la primera parte del *ileón*; la *vejiga urinaria* está en el extremo posterior de la cavidad abdominal y se ve más fácilmente si tiene un poco de orina. Observar los *movimientos peristálticos* del intestino delgado.

Al retirar el hígado y el colon hacia la derecha del animal encontramos el *duodeno*, y hacia abajo el *recto* que contiene materias fecales. Notamos que el hígado tiene cinco lóbulos y su *vesícula biliar* está localizada en la cara inferior del lóbulo central derecho; de la vesícula sale el *conducto cístico* que se une al *conducto hepático*



ESQUEMA DEL APARATO DIGESTIVO
DESARROLLO EMBRIONARIO
DEL CONDUCTO DIGESTIVO

para formar el *colédoco*. Observar el *cardias* y el *píloro*. Podemos retirar el estómago un poco para ver el extremo del *esófago* e igualmente distender las asas del *duodeno* para apreciar el *páncreas*, que es una glándula difusa en este animal y desemboca por el *conducto pancreático* en el duodeno.

En la vecindad izquierda del estómago hay un cuerpo rojo oscuro que es el *bazo*. Además, vemos el *riñón izquierdo* en la cara posterior del bazo en el fondo de la pared dorsal del cuerpo y, a su alrededor, una *red de arterias y venas*, las arterias de color rojo vivo y las venas de color rojo oscuro.

El *sistema arterial* del tubo digestivo es el siguiente: la *aorta* que es la arteria principal de la región y se extiende por la línea media en la pared dorsal del cuerpo y detrás del peritoneo, a través del cual puede verse. La arteria *mesentérica* que sale de la aorta por encima del riñón izquierdo y, a través del mesenterio o membrana abdominal que sostiene el intestino, llega hasta el duodeno, el páncreas y el colon. La arteria *celíaca* que sale de la mesentérica anterior, poco después del diafragma y se divide en la *arteria hepática* que va al hígado y al estómago, y la *arteria gastroesplénica* que irriga el estómago y el bazo. La arteria *mesentérica posterior* sale antes que la aorta se bifurque y va al recto.

El *sistema venoso* del tubo digestivo corresponde al arterial y es el siguiente: la vena *duodenal* se ve a lo largo de la arteria respectiva, es una rama de la *mesentérica anterior* y va al páncreas en donde recibe ramas del duodeno; la vena *mesentérica anterior* se ve en el mesenterio; la *gastroesplénica* del bazo y el estómago acompaña a la arteria gastroesplénica; y la *mesentérica posterior* se extiende desde el extremo posterior del recto a lo largo de la vena cava posterior. Todas estas venas forman la *vena porta* que va al hígado.

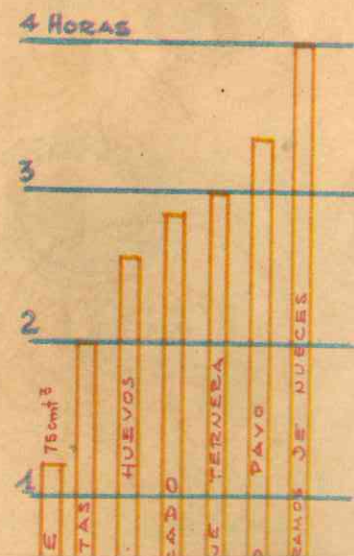
La arteria y venas *renales izquierdas* pueden verse junto al riñón izquierdo desde la aorta dorsal y la vena cava posterior respectivamente. Por encima del riñón izquierdo hacia la línea media donde la *vena renal* se une a la *cava posterior* se observa un pequeño cuerpo redondeado, la *glándula suprarrenal* de la cual hablaremos luego.

En donde la arteria mesentérica anterior deja la aorta dorsal, a la altura de la glándula suprarrenal izquierda, está el *plexo solar* que tiene dos *ganglios* uno al frente y otro detrás de este punto; es blanco, de aspecto esteliforme, y constituye la terminación del *nervio esplácnico* que puede verse junto al ganglio y forma parte del *sistema nervioso simpático* que inerva todos los órganos de la cavidad abdominal.



ACTIVIDAD PERISTÁLTICA

ALIMENTOS
TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL ESTÓMAGO



Luego podemos extirpar el tubo digestivo ligando la vena porta en dos sitios seguidos y la seccionamos entre las ligaduras. Se liga el recto en la misma forma y se corta; después se secciona el mesenterio próximo al intestino el cual desenrollamos cuidadosamente. Ligar el esófago y seccionarlo, sin dañar el asa del duodeno. Observar los diversos órganos y sus características.

RESUMEN

Los almidones y los azúcares son alimentos de origen vegetal cuya digestión comienza en la boca y termina en el intestino delgado. Las proteínas son alimentos que pueden encontrarse en fuentes vegetales o animales. La digestión de las proteínas se inicia en el estómago y termina en el intestino delgado. La digestión de las grasas se hace totalmente en el intestino delgado.

La boca, la faringe, el esófago, el estómago y los intestinos delgado y grueso, constituyen el tubo digestivo.

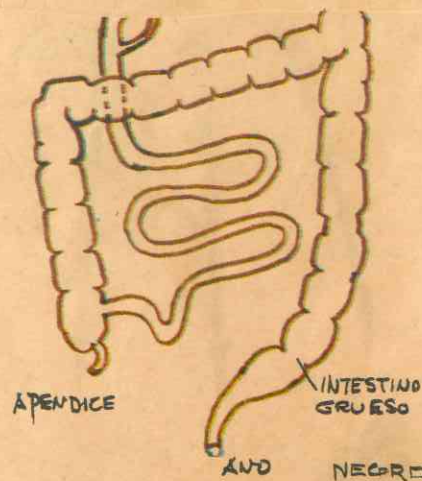
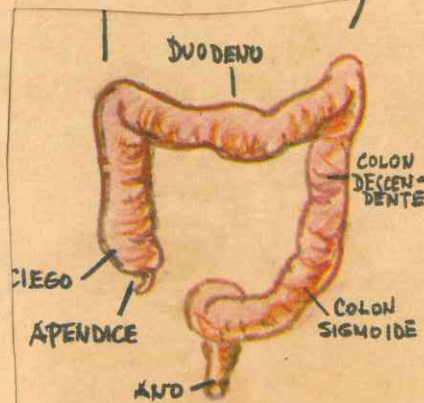
La boca es una cavidad situada detrás de los labios y tiene seis paredes: la anterior formada por los labios, la posterior por la úvula, la superior por el paladar, la inferior por el piso de la boca y la lengua y las laterales por las mejillas.

Los dientes, 32 en total, se implantan en los alvéolos dentarios y son 4 incisivos, 2 caninos, 4 premolares y 6 molares en cada mandíbula. El aseo de la dentadura tiene la finalidad de evitar la formación de ácidos que destruyen las piezas dentarias.

La lengua es órgano musculoso en cuya superficie se encuentran las papilas gustativas, situadas en la región posterior formando una V.

Entre los pilares anterior y posterior de cada lado hay una amígdala, órgano linfoide. Las glándulas salivales: 2 parótidas situadas debajo del conducto auditivo externo, 2 submaxilares y 2 sublinguales segregan saliva cuyo fermento llamado ptialina digiere y transforma los almidones y los azúcares de los alimentos en glucosa, dextrina y maltosa.

El estómago, cavidad musculosa, tiene en la superficie interna glándulas que segregan jugo gástrico, formado de ácido clorhídrico que disuelve sustancias duras, la renina que cuaja la leche, la pepsina que



ESQUEMA DEL APARATO DIGESTIVO

digiere y transforma las albúminas en peptonas y la mucina que evita la digestión de las paredes del órgano. Entre las enfermedades del estómago están las úlceras y el cáncer.

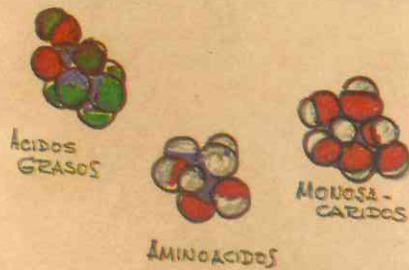
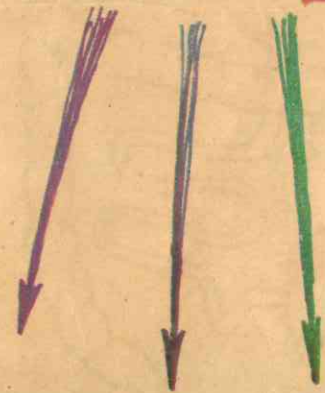
El intestino delgado presenta las partes características: duodeno, yeyuno e íleon, tiene estructura muscular y su superficie interna tapizada de vellosidades intestinales y con numerosas glándulas digestivas en su pared.

En el duodeno desembocan los conductos del hígado y del páncreas para verter las secreciones externas de estos órganos glandulares. La bilis del hígado emulsiona las grasas. El jugo pancreático contiene tripsina que digiere y transforma las peptonas en polipéptidos, la amilasa y la maltasa que convierten el almidón y la maltosa en maltosa y glucosa, y la lipasa que desdobla las grasas en ácidos grasos y glicerina.

El jugo intestinal, secreción externa de las glándulas de las paredes intestinales, contiene los fermentos erepsina que digiere los polipéptidos y los transforma en ácidos aminados, la invertasa que transforma el azúcar en glucosa y fructosa, la lactasa que convierte el azúcar de la leche en glucosa y galactosa y la lipasa que transforma las grasas en ácidos grasos y glicerina.

A través de las vellosidades intestinales son absorbidas las glucosas, los aminoácidos, los minerales y las vitaminas. Los cuales ingresan a la vena porta y por esta al hígado. Los productos de la digestión de las grasas son absorbidos por las vellosidades e ingresan al canal quilífero por el cual desembocan en el canal torácico que vierte estas sustancias en la aurícula derecha.

El intestino tiene las siguientes partes características: colon ascendente, transverso y descendente. En el comienzo del colon ascendente se halla el apéndice y al final del colon descendente está el recto que termina en el orificio anal. En el intestino grueso se deshidratan las materias fecales.



PROCESO QUIMICO DE LA DIGESTION

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

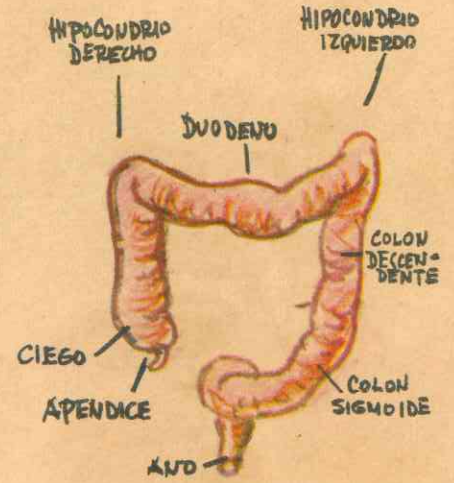
Para este capítulo como para los nueve que le siguen, recomendamos el estudio de las siguientes obras.

Weiz P. B., *Biología*. Texto muy útil para hacer trabajos. Aunque el nivel científico es elevado es muy comprensible para estudiantes de bachillerato.

Villee C. A., *Biología*. Es un texto a nivel universitario pero, como el anterior, perfectamente adaptado para el bachillerato.

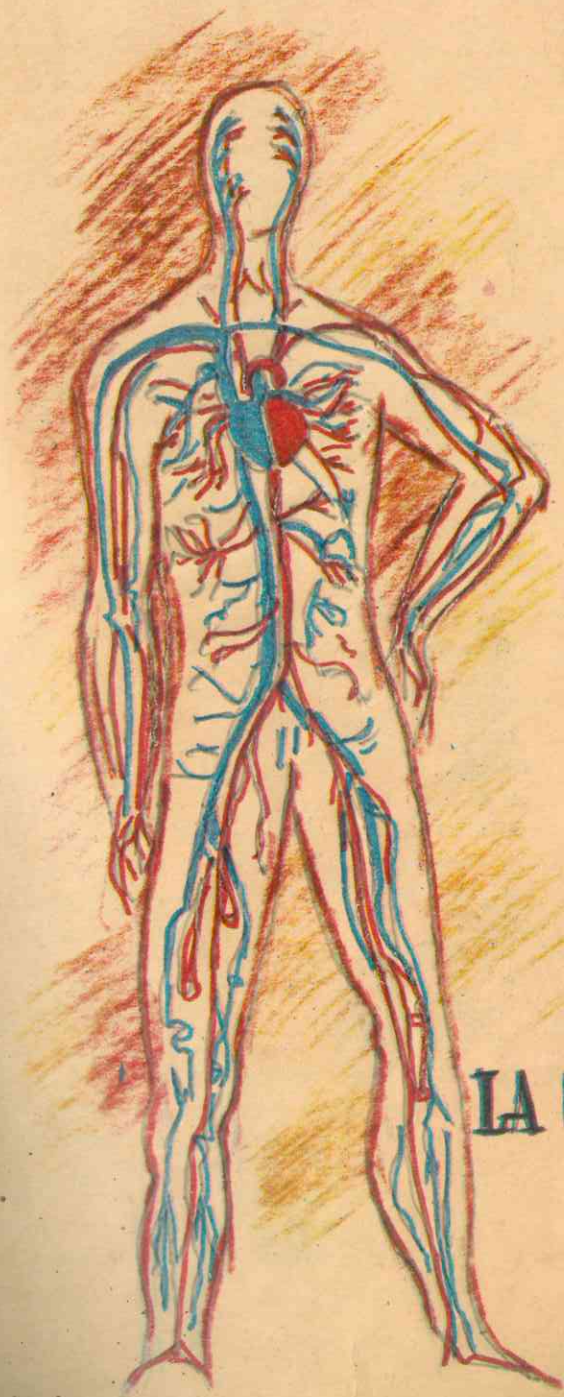
Romer A. S., *Anatomía comparada*. Texto a nivel universitario pero muy claro y comprensible aunque sólo lo recomendamos para quienes piensen ingresar a carreras universitarias relacionadas con Biología.

Prosser C. L. y Brown F. A., *Fisiología comparada*. La misma indicación bibliográfica que el anterior.



REGIONES DEL INTESTINO

11/2
5/9
11/2



LA CIRCULACION

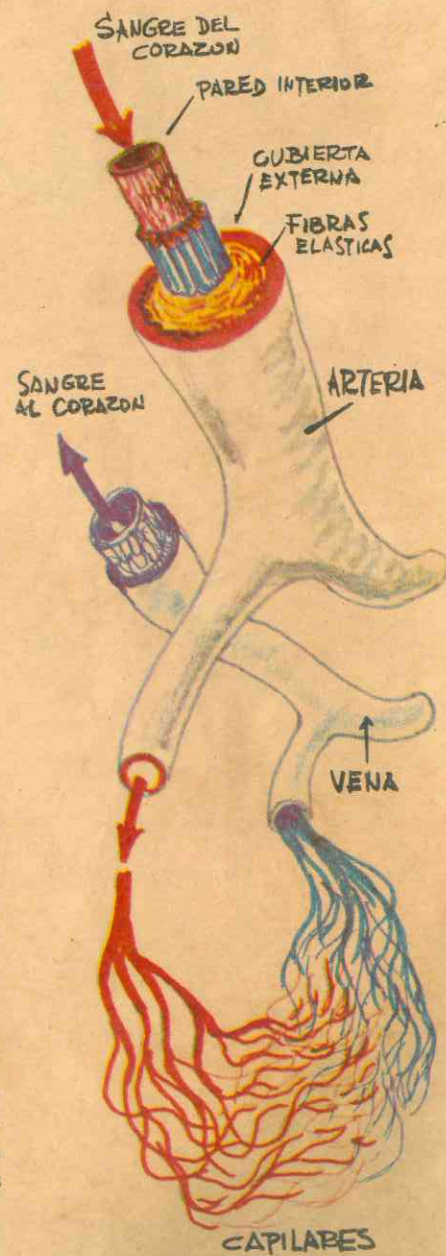


3. LA CIRCULACION

DEFINICION GENERAL

La *circulación* es el *transporte* de *sangre* y de *linfa* a través de unos canales llamados *venas*, *corazón*, *arterias* y *vasos capilares* y *linfáticos*. Con la *sangre* se transportan hacia las distintas partes del cuerpo los alimentos disueltos en ella, absorbidos desde el intestino delgado; el agua absorbida del intestino grueso, y el oxígeno tomado de los pulmones para llevarlo al interior de las células. Además del interior de las células la *sangre* extrae todos los elementos de desecho como gases, que son llevados a los pulmones de donde serán luego arrojados por el aparato respiratorio, y restos celulares y sales que van al tubo digestivo, al aparato urinario y a la piel para su eliminación. El *corazón* es la caja central de distribución del aparato circulatorio.

La *circulación linfática* mueve la *linfa* cuyo torrente es paralelo al torrente venoso, aunque más lento, y contribuye a mantener el equilibrio acuoso en todas las partes del cuerpo; simultáneamente con los glóbulos blancos, que son también transportados por la corriente sanguínea, mantiene las defensas orgánicas contra la agresión de las infecciones y ayuda a cicatrizar las heridas y traumatismos. El bazo y los ganglios linfáticos hacen parte de este sistema.



PALEONTOLOGIA

Vimos cómo la *esponja*, que es como una colonia de protozoarios, establece el paso del agua por medio de movimientos de la cavidad gastral la cual se abre y se cierra; el agua entra por la boca de la esponja y sale a través del tejido formado por los protozoarios que la componen, atrayendo así del agua del mar, elementos que aprovecha para su alimentación y eliminando, por medio de esta corriente, todos los restos celulares inútiles para su vida.

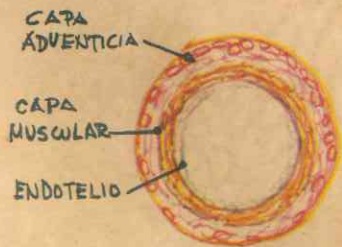
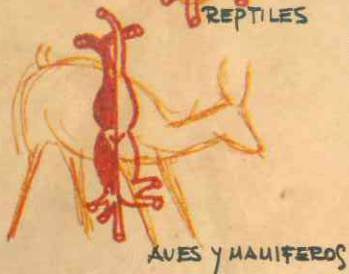
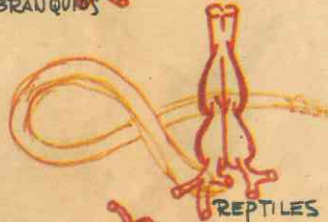
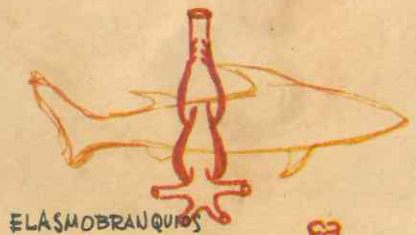
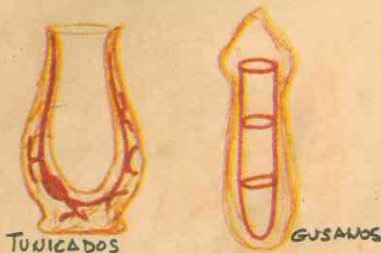
Si progresamos un poco a través de los invertebrados vemos que los gusanos planos o *tenias* tampoco tienen aparato circulatorio porque viven, como lo vimos en el capítulo anterior, en el intestino delgado del hombre que es una corriente de alimentos; a través de la piel absorben oxígeno y alimentos, y los distribuyen en sus diversas células por medio de movimientos de los *proglótides*.

Al recorrer la línea de los vertebrados observamos cómo desde los *peces* empieza a formarse un aparato circulatorio; en los batracios está ya bastante desarrollado pues tienen dos aurículas y un ventrículo; y finalmente, los *mamíferos* están dotados de un aparato circulatorio completo formado por dos aurículas, dos ventrículos y un sistema arteriovenoso, de acuerdo con el esquema circulatorio que conocemos en los animales superiores.

LAS VENAS

Las *venas* están compuestas de tres capas: una externa de *tejido fibroso* que la hace muy resistente, una capa media de *fibras musculares lisas*, y una interna llamada *endotelio*. Aunque la vena es deprimible tiene la suficiente elasticidad para expandirse coordinadamente con los latidos cardíacos. Para impedir el retroceso de la sangre, las venas poseen unas *válvulas* a todo lo largo de su recorrido y así la corriente de sangre venosa va siempre en un solo sentido: de los tejidos hacia el corazón.

Las principales venas del organismo son: la *vena porta* que recoge del intestino los azúcares y los ami-



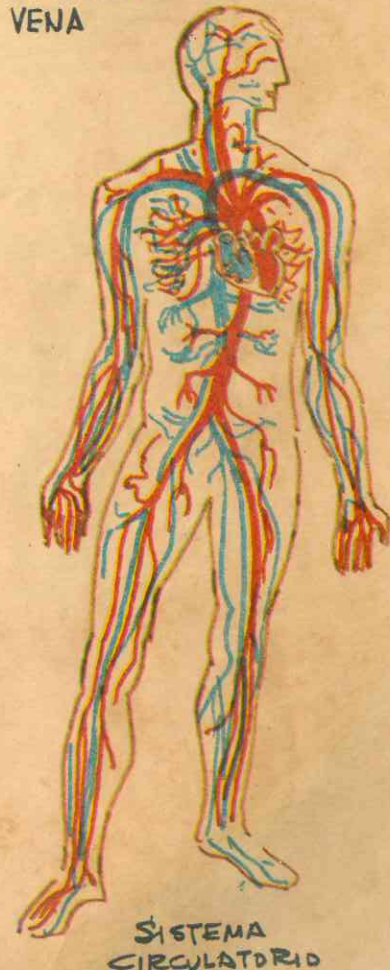
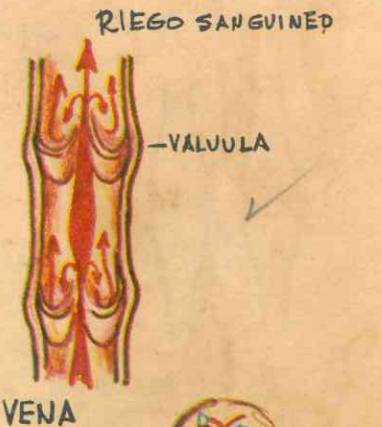
CORTE TRANSVERSAL DE UNA VENA DIGITAL HUMANA

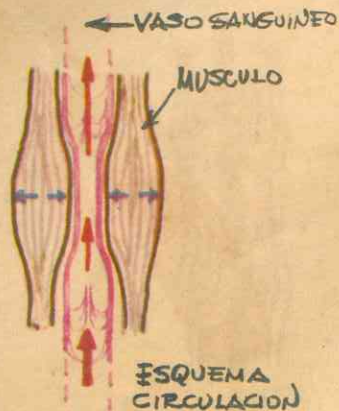
noácidos, y los transporta hasta el hígado en donde se depositan estos elementos. Se continúa este sistema venoso con la *suprahepática* que va del hígado a la *vena cava inferior* la cual desemboca en la aurícula derecha del corazón. Todo el sistema venoso del resto del organismo recoge la sangre que viene de los diversos órganos del cuerpo y la lleva hasta las venas cavas para verterla en la aurícula derecha, con excepción de las venas que vienen de los pulmones las cuales forman la *vena pulmonar* que desemboca en la aurícula izquierda.

A la aurícula derecha llegan, por tanto, la *vena cava superior* con la sangre de los miembros superiores y de la cabeza; la *cava inferior* que recibe la sangre del abdomen y de los miembros inferiores; y la *vena coronaria* que trae la sangre venosa del tejido del músculo cardíaco.

El sistema venoso de los miembros superiores recoge la sangre que viene desde las puntas de los dedos por medio de las *venas digitales* las cuales forman una *arcada* en cada miembro de donde salen la *cutibital* que es interna y la *radial* que es externa. Al unirse éstas a nivel del codo forman la *humeral* que recorre el brazo y desemboca en la *subclavia*; ésta contribuye a formar la *cava superior*. Las *venas yugulares* derecha e izquierda que traen la sangre de la cabeza se vierten también en la subclavia.

La *cava inferior* transporta la sangre de los miembros inferiores. De las *venas digitales* de cada pie, que forman la *arcada media*, parten la *vena peroneal* en el lado externo y la *tibial* en el interno. Al reunirse a nivel de la rodilla forman la *vena femoral* la cual, al penetrar por la cadera, toma el nombre de *iliaca externa* que se une con la *iliaca interna*; ésta conduce la sangre de los órganos internos de la pelvis que son la vejiga y los órganos genitales. La reunión de las ilíacas interna y externa forma la *iliaca primitiva* la cual, al unirse con la ilíaca primitiva del lado opuesto, forma la *cava inferior* que sube a lo largo de la columna vertebral. En su trayecto la cava inferior recibe las venas que vienen de los riñones y la *suprahepática* que viene del hígado, atraviesa el diafragma y desemboca en la aurícula derecha.



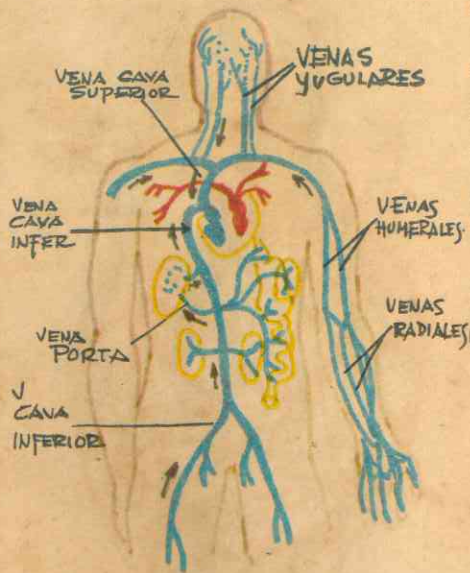


Las *venas pulmonares* derecha e izquierda coleccionan la sangre venosa del respectivo pulmón y la vierten en la aurícula izquierda del corazón.

Tenemos, pues, que a las aurículas desembocan siempre las venas; éstas, a su vez, por medio de *ramales venosos* recogen la sangre de todos los órganos del cuerpo que encuentran en su recorrido.

Fisiología de las venas. — El funcionamiento de las venas es muy sencillo. En primer lugar tienen cierta elasticidad de manera que el volumen de sangre que pasa por ellas las dilata; al adquirir nuevamente el vaso venoso la forma que tenía empuja la corriente sanguínea que se desaloja, como dijimos, en un solo sentido, desde los tejidos hacia el corazón porque las válvulas impiden el regreso de la sangre. En segundo lugar existe una fuerza que se llama de "vis a tergo" que consiste en que la sangre que viene de atrás impele la de adelante. En tercer lugar, como el vaso es depresible, en nuestro continuo movimiento se están contrayendo y dilatando los músculos, y este movimiento también ayuda a impulsar la sangre. No podemos dejar de tener en cuenta que los vasos venosos grandes, las *subclavias*, las *cavas* y las *venas pulmonares* están incluidas dentro del tórax el cual es un fuelle que está siempre dilatándose y contrayéndose; al dilatarse hace un vacío que ayuda a atraer la sangre próxima que, a su turno, es proyectada cuando se comprime la caja torácica. Estos mecanismos explican el movimiento de la sangre dentro de las venas.

Enfermedades de las venas. — El funcionamiento de las venas puede verse alterado principalmente por dos procesos. Primero las *várices* que consisten fundamentalmente en una dilatación de la vena debido, por lo general, a la ruptura o insuficiencia de la válvula que, por tal motivo, permite el retorno de la sangre en sentido contrario al normal, y se forma un lago sanguíneo que estorba el vaciamiento normal de la sangre en el corazón. Estas *várices* se localizan principalmente en las piernas debido a que la estación bípeda del hombre implica una columna muy larga, desde el tórax hacia los pies, que tiene su mayor presión precisamente en la pierna. Dicha afección es más frecuente en las mujeres porque en el



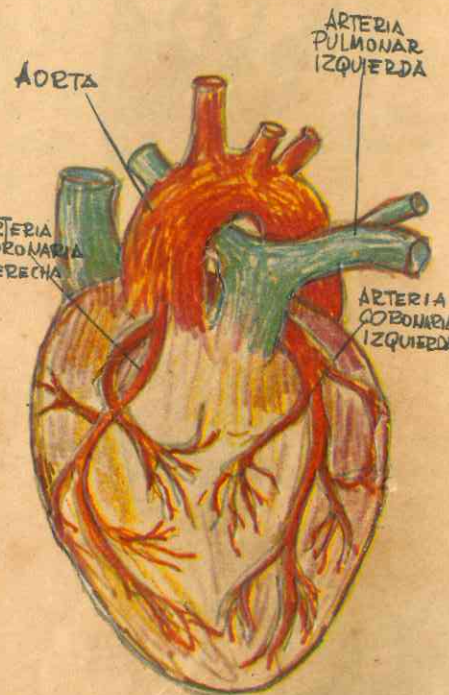
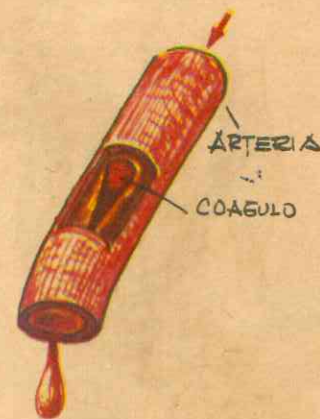
ESQUEMA SISTEMA VENOSO

embarazo la presencia del feto en la pelvis presiona la desembocadura de la femoral en la ilíaca e impide el paso normal de la sangre, lo que repercute en las venas de la pierna. Son también frecuentes las *várices* de las piernas en las personas que deben permanecer largo tiempo de pie como el caso de los dentistas. Otro caso de *várices* es el de las *hemorroides* o dilatación de la venas hemorroidales que son las últimas venas que recogen la sangre del abdomen y rodean la porción terminal del recto en la vecindad del ano. Por razones semejantes a las anotadas con respecto a las piernas, al presentarse la hemorroide se dificulta la defecación por el dolor y la inflamación de las venas que obliga, en ocasiones, a una intervención quirúrgica.

Una enfermedad común es la *tromboflebitis*, o inflamación de las venas de las piernas. Se debe a la infección del endotelio o capa interna de la vena y produce dolor y, a veces, la formación de *trombos* o tapones de coágulos de sangre que se forman a nivel de la zona inflamada; si este trombo se suelta, recorre el sistema venoso hasta la aurícula derecha, pasa al ventrículo derecho y de allí va a los pulmones por medio de la arteria pulmonar, ocasionando lo que se llama infarto pulmonar que, como lo veremos luego, es un principio de desorganización de la zona del pulmón que puede causar afecciones graves. La *tromboflebitis*, que puede ocasionar la muerte, requiere tratamiento médico delicado basado en el reposo, en antibióticos contra la infección y en anticoagulantes que evitan la formación de coágulos y previenen el infarto pulmonar.

EL CORAZON

El *corazón* es el órgano central de la circulación que recibe la sangre de la periferia por medio de las venas y la envía nuevamente del corazón hacia la periferia por medio de las arterias. En el hombre está integrado fundamentalmente por cuatro cámaras: dos *aurículas*, derecha e izquierda, y dos *ventrículos*, derecho e izquierdo. La aurícula derecha recibe las *cavas* y la izquierda la vena pulmonar. Estas aurículas están comunicadas con su respectivo ventrículo por medio de unas válvulas. Del ventrículo derecho



CORAZON VISTA FRONTAL

parte la arteria pulmonar hacia los pulmones y del izquierdo parte la aorta hacia todo el organismo.

Tenemos la idea de que el corazón es el que mueve la sangre en el organismo; pero sólo la mueve dentro de sí mismo; la recibe del sistema venoso y la impulsa hacia el arterial. Ya vimos el mecanismo por el cual se mueve la sangre en las venas y posteriormente veremos cómo se mueve en las arterias.

Fisiología del corazón. — El corazón tiene un movimiento rítmico que consiste en una *sístole* o contracción y una *diástole* o dilatación. En el hombre hay aproximadamente ochenta pulsaciones por minuto, de manera que la revolución completa del corazón de una sístole y una diástole dura, más o menos, 0,8 segundos.

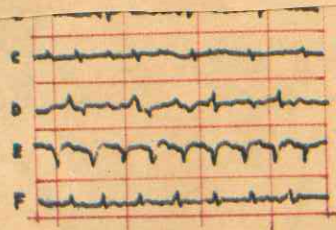
Las aurículas y los ventrículos no se contraen simultáneamente. Primero se contraen las aurículas o cámaras superiores del corazón. Aunque en la desembocadura de las venas en las aurículas no existen propiamente válvulas, hay unos rodetes musculares que se contraen al mismo tiempo con la aurícula e impiden que la sangre se devuelva hacia la vena; no obstante siempre deja regresar un poco de ella. Al contraerse la aurícula impele la sangre hacia el ventrículo respectivo, pues no hay comunicación interauricular como tampoco la hay entre los ventrículos; luego se abren las válvulas aurículo-ventriculares; la del corazón derecho se llama tricúspide por tener tres valvas y la del izquierdo, que tiene sólo dos, se llama *mitral*, pues se parece a las mitras de los obispos. Estas válvulas tienen hacia abajo sus pliegues, de tal manera que al empujar desde arriba se abren permitiendo la comunicación con el ventrículo; pero al tratar de regresar la sangre hacia la aurícula se cierra la válvula e impide el regreso. Contraída completamente cada una de las aurículas se llenan los respectivos ventrículos y comienza la contracción de éstos; entonces se cierran las válvulas tricúspide y mitral y la sangre es impulsada hacia la periferia a través de las válvulas sigmoideas, aórtica y pulmonar, hacia la arteria pulmonar que va del ventrículo derecho a los pulmones y hacia la aorta que parte del ventrículo izquierdo y lleva la sangre al resto del organismo.



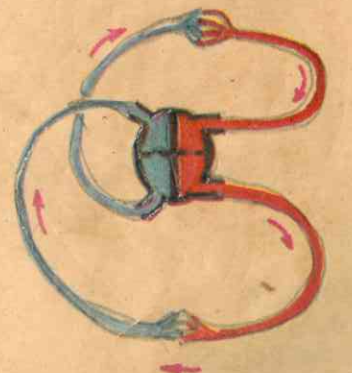
El corazón es un músculo y por eso se le llama músculo cardíaco o *miocardio*. Cada fibra muscular se ramifica y fusiona formando la pared cardíaca que es una compleja red de conexiones a través de las cuales pasan los impulsos de contracción. Pero cada fibra puede obrar independientemente y con él traerse de tal manera que obedece a lo que se llama la "ley del todo o nada" según la cual, si la fibra es excitada convenientemente se contrae en su totalidad y no lo hace si no ha recibido un estímulo adecuado el y suficiente. Si la contracción del corazón es sucesiva es porque la excitación que permite esa contracción se hace de arriba hacia abajo, de la parte superior de las aurículas hacia el polo inferior de ellas.

En la desembocadura de la cava, en la aurícula existe una zona llamada *marcapaso cardíaco* que es la parte del corazón de mayor gradiente, de mayor excitabilidad: el *nódulo senoauricular* "*primum movens et ultimum moriens*". Es el primer grupo de células que manifiestan actividad contráctil en el embrión durante los primeros días del desarrollo del niño en el seno materno, y la última parte que se contrae cuando deja de funcionar el corazón. Sin embargo, debemos anotar que es muy difícil establecer el momento de la muerte real del individuo, y sólo podemos referirnos a la muerte aparente o sea cuando deja de funcionar el corazón, porque es posible que puedan pasar varias horas entre la suspensión de la circulación y la muerte real.

Excitado el nódulo, comunica por continuidad esta excitación a las células vecinas y comienza a desarrollarse la contracción a través de la aurícula derecha; esta excitación se comunica por las paredes auriculares a la aurícula izquierda y de esa manera se contraen ambas aurículas. En el lado derecho del tabique interauricular que separa las dos aurículas existe otro nódulo que se llama *aurículo-ventricular*, tejido cardíaco continuado con un haz llamado de *Hiss*, dotado de una prolongación derecha y otra izquierda que se conectan con todas las fibras de los ventrículos. Por ser un tejido especializado para conducir la excitación provoca la contracción de ambos ventrículos después de la contracción de las aurículas y cuando éstas ya han empezado a dilatarse. Terminada la contracción de los ventrículos y expulsada



TRAZADOS ELECTROCARDIOGRAFICOS



ESQUEMA DE LA CIRCULACION SANGUINEA

la sangre de su interior, se suspende la excitación a través del haz de His y los ventrículos se dilatan poniendo fin a una revolución cardíaca completa, para volver a comenzar.

La mayor excitación del nódulo seno-auricular y la menor de nódulo aurículo-ventricular explican el proceso de "gradiente" que ya estudiamos en el movimiento del intestino, según la cual hay una zona más excitable que otra y se establece una polarización en el sentido que la contracción va desde la zona más excitable hasta la menos excitable, lo que determina el movimiento del músculo cardíaco.

¿Cómo se produce la primera excitación? No se nos escapa la dificultad de explicarla. Posiblemente se deba a fenómenos de polarización y despolarización de células muy excitables por estar en equilibrio inestable las cuales, por el sólo movimiento del ambiente, determinan continuamente excitaciones por polarización, despolarización, repolarización, etc., de las células a través de sus membranas. Mientras haya movimiento exterior habrá siempre movimiento de esas células, lo que determinaría el movimiento posterior del corazón. Con células de vida indefinida ¿cuándo se acabaría el movimiento del corazón? Cuando ya no hubiera a su alrededor movimiento; en este caso todavía el nódulo seno-auricular sería el "últimum moriens", lo último que moriría en el universo.

Todo tejido en movimiento, un músculo, una glándula, un nervio que conduce un estímulo se hace eléctricamente negativo con respecto a los tejidos que están a su alrededor, lo cual determina una corriente que es muy utilizada para apreciar el funcionamiento del corazón. Este, al contraerse y dilatarse establece una corriente eléctrica de mayor o menor intensidad que es registrada por un aparato llamado *electrocardiógrafo* el cual inscribe en un papel apropiado una línea sinuosa que tiene una primera onda hacia arriba o positiva, la *onda P*; una caída hacia la horizontal que es la *línea isoelectrica*; una desviación hacia abajo u onda negativa, la *onda Q*; una nueva desviación hacia arriba, la más alta, que se llama *R*; nuevamente una caída más o menos hasta las vecindades de donde había llegado la *onda Q*, y otra *onda* positiva, la *T*, para luego caer a la línea isoelectrica

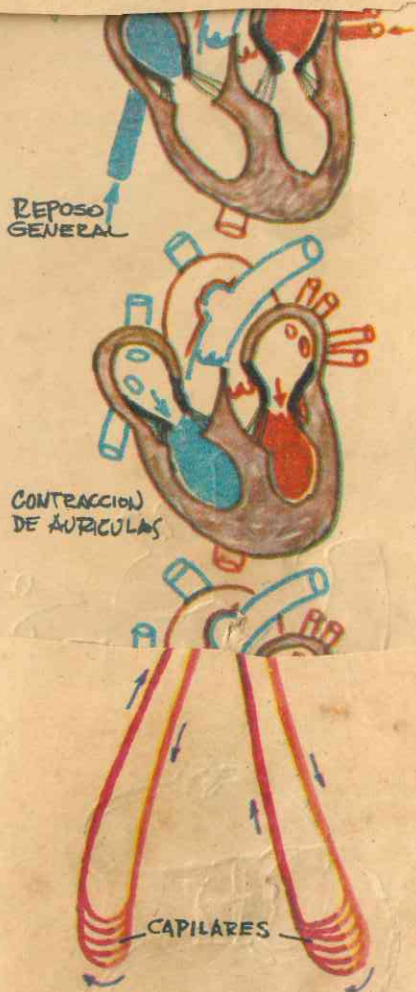


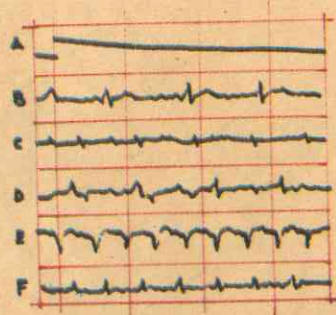
DIAGRAMA DE LA CIRCULACION

en donde se hace una pequeña raya horizontal para volver a empezar el ciclo con una onda P. La *onda P* corresponde a la contracción de las aurículas; el *complejo QRS* a la contracción de los ventrículos; la *onda T* a la repolarización o reposo de los ventrículos y el espacio que hay entre la terminación de la onda T y el principio de la onda P siguiente es el período de reposo completo del corazón. Las modificaciones a estas líneas corresponden a trastornos cardíacos y sirven a los médicos para investigar el estado del miocardio en casos de infartos.

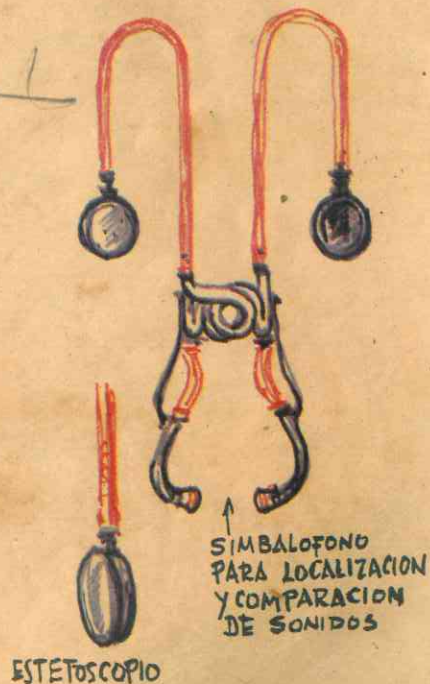
El corazón está localizado en la cavidad pericárdica entre los dos pulmones, más hacia la parte izquierda, detrás del esternón y de la reja costal izquierda. Su forma y dimensión son aproximadamente las de un puño de la mano cerrada, un poco más grande en el hombre que en la mujer, y tiene alrededor de diez centímetros de ancho y un poco menos de alto. Pesa más o menos 280 gramos. El *pericardio* es una membrana que recubre la cavidad donde está alojado el corazón y que, por mantenerse húmeda, permite al corazón deslizarse con alguna facilidad dentro de ella.

La superficie interior de las cavidades del músculo cardíaco están tapizadas por otra membrana llamada el endocardio o endotelio, que por ser lisa permite el deslizamiento de la sangre en su interior.

El estado de salud del corazón se estudia habitualmente por medio de un aparato llamado *fonendoscopia* que consiste en una cámara de resonancia, comunicada con cauchos a dos sondas que se colocan en los oídos a través de las cuales se aprecian, aumentados, los ruidos que hace el corazón al contraerse. Si no se dispone de fonendoscopio se puede emplear un tubo de cartón de cuatro centímetros de ancho que se pone sobre la pared del tórax donde mejor se sienta el *ruido cardíaco*. Oímos primero un ruido seco y corto, seguido de uno más largo que se continúa luego con un silencio. El primer ruido corresponde a la contracción de la aurícula o *sístole auricular*, el segundo a la contracción del ventrículo o *sístole ventricular* y el silencio corresponde al descanso cardíaco o *diástole*.



TRAZADOS ELECTROCARDIOGRAFICOS



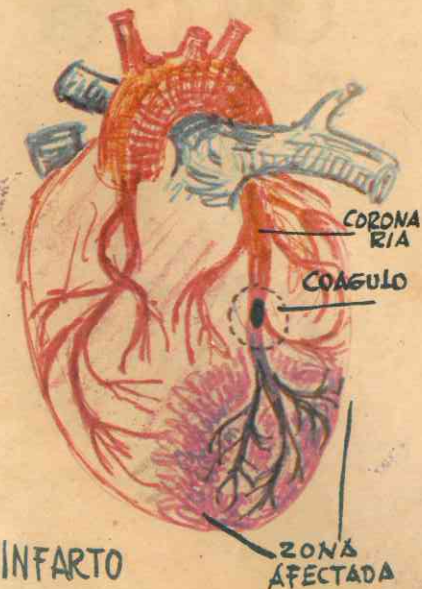
Dijimos que el corazón se contrae y da unas ochenta pulsaciones por minuto. Aislado el ventrículo de la aurícula ésta se contrae a mayor velocidad, doscientas o trescientas pulsaciones por minuto, y el ventrículo a mucha menor, quince a veinte por minuto; pero en la integración aurículo-ventricular el ventrículo frena la aurícula para un movimiento menos rápido y la aurícula excita el ventrículo para que se contraiga con una mayor frecuencia. De esta integración resulta el movimiento en la forma que hemos indicado, con iguales contracciones por minuto para las aurículas como para los ventrículos.

Cuando las contracciones del corazón son muy rápidas, por ejemplo si pasan de 100 por minuto, se dice que hay *taquicardia*. Cuando bajan de 70 se dice que hay *braquicardia*. Si se altera el ritmo del corazón para producirse unos movimientos a veces muy rápidos y otras más lentos, lo que es frecuente en los niños, se dice que hay *arritmia* o cambio de ritmo cardíaco. Estas diversas manifestaciones del ritmo corresponden a distintas enfermedades. La taquicardia es muy frecuente cuando en las enfermedades infecciosas hay fiebre.

Enfermedades del corazón. — La enfermedad del corazón más temible, por la manera súbita como se presenta, es el *infarto*. Se llama infarto a la suspensión de la circulación en una zona del corazón. El corazón no se alimenta con la sangre que circula por sus cavidades sino por medio de unas arterias llamadas coronarias que penetran en el músculo e irrigan todas las zonas cardíacas. Si se tapa una de estas arterias se produce el infarto de la región que irriga esa arteria; en toda la zona se impide el paso de la excitación cardíaca y si la zona es un poco extensa produce el paro cardíaco y la muerte inmediata. Los síntomas de esta afección son característicos: dolor en la región cardíaca con sensación de muerte inminente y, a veces, dolor que se irradia hacia el brazo izquierdo, caída de la tensión arterial y sudoración profusa. A veces no es tan dramático el cuadro y la persona puede sentir simplemente malestares que atribuye a trastornos digestivos porque el dolor se siente con frecuencia en la parte superior del abdomen, y puede prolongarse hasta que se establece el



DETECCION DEL PULSO



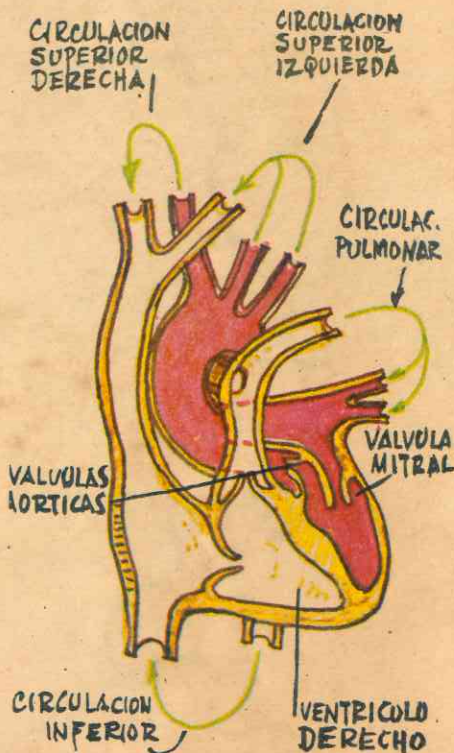
INFARTO

ZONA AFECTADA

diagnóstico. Fundamentalmente el infarto es una afección grave que requiere varios días de reposo absoluto, cama y tratamiento médico muy cuidadoso pues puede agravarse o repetirse y ocasionar la muerte.

El infarto es afección más frecuente entre los cuarenta y los cincuenta años y ataca más al hombre que a la mujer. Es una enfermedad de la vida moderna debida en gran parte a la agitación y desorden de ella. Llamada *enfermedad de los gerentes*, indica que las personas muy ocupadas, que tienen poco descanso y que viven preocupadas son más susceptibles de sufrir infarto que deja al paciente en un estado de malestar y de miedo a la repetición que por sí mismo puede ocasionar invalidez. Además, el corazón que ya fue lesionado una vez, parecería que tuviera una *memoria celular* o que el organismo centrara una línea de menor resistencia en él, que se rompe cuando las circunstancias de vida no cambian y se continúa en la misma agitación de antes.

Otra afección muy grave del corazón es consecuencia de una enfermedad de las articulaciones llamada el *reumatismo articular agudo*, que, generalmente, procede de infecciones localizadas en las amígdalas. El reumatismo articular consiste en la inflamación de las articulaciones, en especial las grandes, proceso febril que inhabilita e inflama el endocardio principalmente a nivel de la válvula mitral. Inflamada esta válvula, en el proceso de cicatrización se retrae, como un cuero cuando es aplanchado, y se cierra la comunicación auriculoventricular dificultando el paso de la sangre. Si esta dificultad es muy grande se produce lo que se llama la *estrechez mitral* que es siempre de origen reumático y frecuente en los niños porque son los que habitualmente sufren de infecciones amigdalianas y de reumatismos articulares. La prevención contra el reumatismo cardíaco y la lesión de la válvula mitral se hace evitando las infecciones especialmente amigdalianas en los niños y jóvenes de la manera que anotamos en el capítulo anterior. Hay que advertir que no debemos confundir el reumatismo articular agudo con la *artritis reumatoidea* que es un proceso degenerativo de las articulaciones con dolor, que no es febril ni aguda y no ocasiona daños cardíacos. En caso de estrechez mitral de origen reu-



ESQUEMA DE LA CIRCULACION SANGUINEA

VOLUNTAD
EJEMPLAR DE OBSEQUIO

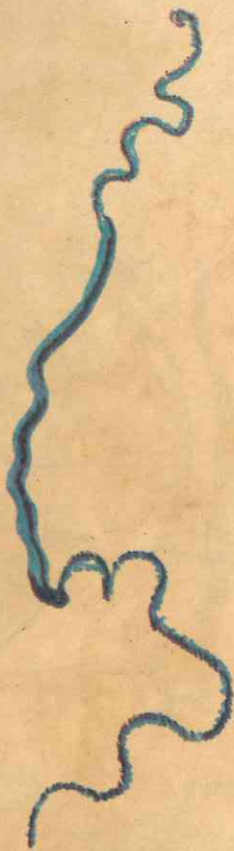
mático se practica una operación quirúrgica que consiste en abrir la aurícula izquierda y dilatar el agujero que se ha estrechado.

En la estrechez mitral producida por el reumatismo, como es difícil el paso a través de la válvula, se produce un *soplo* que consiste en un ruido parecido al que hacemos al cerrar las arcadas dentarias si soplamos a través de los labios ligeramente contraídos. Dicho soplo se oye en la sístole auricular. Cuando el daño está localizado en las válvulas aórticas debido a la sífilis que destruye la válvula, al terminar la sístole ventricular que se hace muy fácil, e iniciarse la diástole, regresa sangre al ventrículo por la falta de la válvula y se oye un soplo diastólico que traduce el daño.

La *sífilis*, es producida por el *Treponema pallidum* que penetra especialmente a través de las mucosas genitales. Cuando esta afección se localiza en el corazón destruye las válvulas aórticas de manera que, al contraerse la aorta, se devuelve sangre hacia el ventrículo porque no cierra la válvula y nunca, por tanto, acaba de vaciarse completamente el ventrículo ni de lanzar hacia la circulación general la suficiente cantidad de sangre.

Para terminar, sólo indicaremos que actualmente se están haciendo *trasplantes de corazón*, utilizando el de una persona que acaba de morir para reemplazar otro enfermo. Las dificultades de este trasplante no son tanto de orden técnico, pues los procedimientos son muy conocidos, sino de fenómenos de *inmunidad* que consisten en que el órgano de otro cuerpo crea defensas en el organismo receptor lo cual determina una acción que se llama de *rechazo* en la cual el organismo trata de eliminar el órgano extraño. En estos casos se convierte la operación en un fracaso y sobreviene la muerte. Hay drogas que evitan los procesos de inmunidad pero dejan el organismo desprovisto de defensas para infecciones que puedan aparecer, de manera que el paciente queda expuesto a morir de una infección. Si el órgano es bien recibido termina por adaptarse al nuevo organismo.

ESPIROQUETA
DE LA
SIFILIS

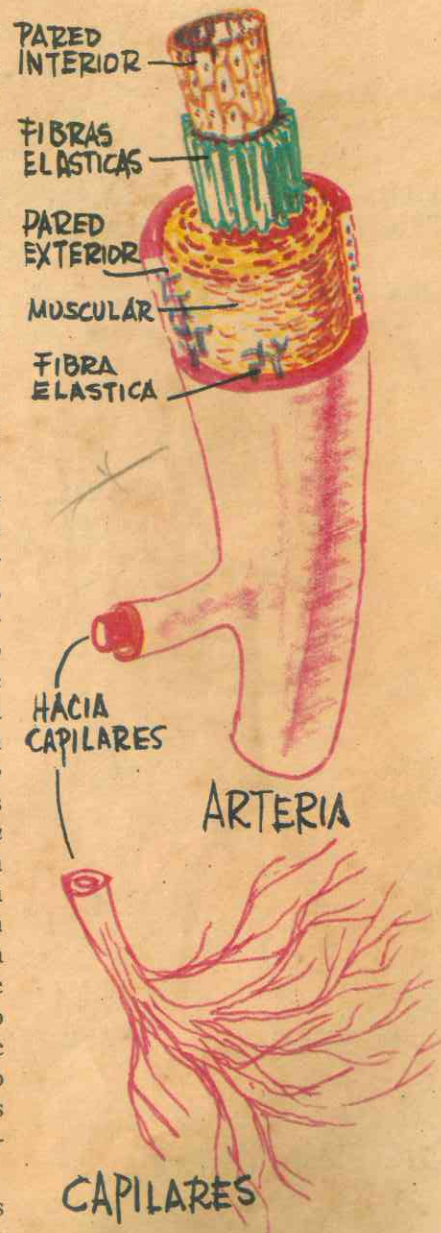


LAS ARTERIAS

Del ventrículo derecho sale la *arteria pulmonar* que se divide en derecha e izquierda y se dirige a los respectivos pulmones para llevar la *sangre venosa* que procede de todo el cuerpo. Del ventrículo izquierdo parte la *aorta* que conduce la sangre proveniente de la aurícula izquierda y que, a su turno, procede de los pulmones por medio de la *vena pulmonar*. Al salir la aorta del ventrículo se dirige hacia arriba, luego torna hacia atrás y hacia la izquierda formando como un cayado de pastor, llamado por eso *cayado de la aorta*; después baja por detrás del corazón a lo largo de la columna vertebral y constituye la aorta descendente que lleva sangre a todos los órganos del abdomen y los miembros inferiores.

Las ramificaciones principales de la aorta son las siguientes: la *arteria coronaria* que nace en la región ascendente y baña el corazón; el *tronco braquiocefálico derecho* que nace al lado derecho del cayado, se bifurca y origina la *subclavia* y la *carótida derecha*: la subclavia se dirige al hombro por debajo de la clavícula y llega al hueso húmero en donde forma la *arteria humeral*; en el codo se bifurca: una rama, la *cubital* va hacia afuera, y otra va a hacia adentro, la *radial*; al llegar al puño forma un arco del cual salen las arterias *metacarpianas* y de éstas las *digitales* que van hasta los dedos. La *carótida derecha* sube a lo largo del cuello y al llegar a la base del cráneo se divide en dos: una que penetra en su interior, la *carótida interna*, que baña toda la parte derecha del encéfalo, y otra que se ramifica por la región derecha externa de la cabeza y se llama *carótida derecha externa*. Después del tronco braquiocefálico nace la *carótida izquierda* que tiene las mismas divisiones que la derecha. En el cayado nace también la *subclavia izquierda*, con las mismas subdivisiones que la derecha, y va al miembro superior izquierdo.

De la *aorta descendente* se derivan las siguientes arterias: las *bronquiales*, que bañan los pulmones; las *esofágicas* que bañan el esófago; las *intercostales* que bañan los espacios intercostales; la diafragmá-



tica que irriga el diafragma; el *tronco celiaco* que da lugar a la *arteria gástrica* la cual va al estómago, la *esplénica* que va al bazo y la *hepática* al hígado; las *arterias renales* riegan los riñones y las *mesentéricas superior e inferior* bañan el intestino delgado y el grueso.

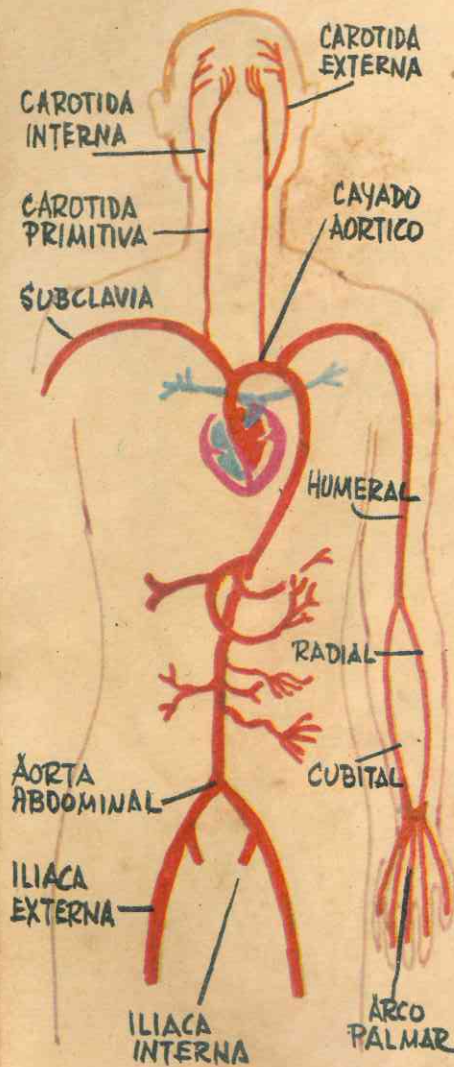
La aorta se bifurca y da lugar a las *iliacas* derecha e izquierda: cada una de éstas se bifurca a su vez en *iliaca interna e iliaca externa*; las *internas* riegan los órganos pelvianos, la vejiga y los órganos genitales; las *externas* siguen hasta llegar al fémur en donde toman el nombre de *arterias femorales*; al pasar por detrás de las rodillas reciben el nombre de *popliteas*; luego se bifurcan dando lugar a las *arterias tibial* que es interna y *peroneal* que es externa; al llegar al pie forman la *arcada media* de donde salen las *metatarsianas* que, a su turno, dan origen a las *digitales*.

EXPERIENCIAS DE LABORATORIO

1) Observar en un corazón de buey o de cordero la forma externa que tiene y la manera como llegan a las aurículas las *venas cava y pulmonar*, y salen de los ventrículos las *arterias pulmonar y aórtica*. Abrir con un bisturí a lo largo de las aurículas y ventrículos y ver las *válvulas aurículo-ventriculares*, la *aórtica* y la *pulmonar*.

2) Estudiar en un conejo previamente anestesiado con éter, los movimientos del corazón. Para anestesiarlo se puede utilizar una mascarilla como las descritas anteriormente. Se abre la piel del tórax y del abdomen sujetando previamente el animal en la mesa de trabajo.

Con unas tijeras fuertes se cortan las costillas a lado y lado del esternón; se retira éste hacia arriba y las cos-



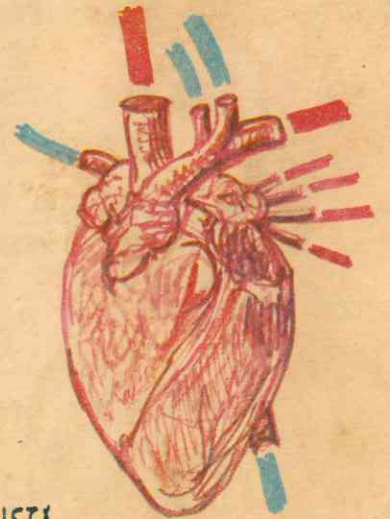
SISTEMA ARTERIAL

tillas hacia los lados, cortando previamente los tejidos adyacentes con las tijeras sin herir los pulmones y el corazón. Se observa el *diafragma* que divide la cavidad abdominal de la del tórax, y la *pleura* que recubre la cavidad torácica en su interior y contiene los pulmones. El corazón está situado centralmente, encerrado en la *membrana pericárdica* entre las dos *cavidades pleurales*. Hay un órgano rosado situado por encima del corazón, que es una glándula, el *timo*, a cuyo nivel los dos bronquios o ramas de la tráquea entran en los pulmones.

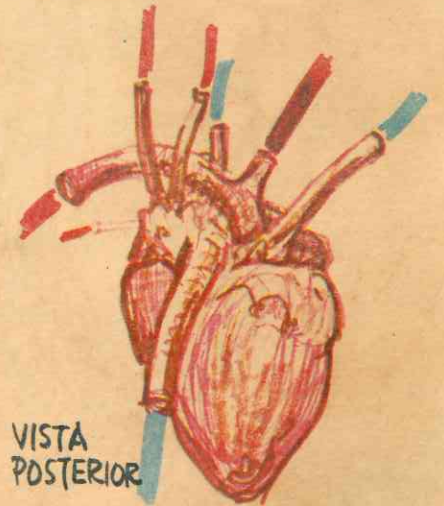
Al separar el timo y liberar con cuidado el corazón del pericardio sobresalen por la parte de encima los grandes vasos del aparato circulatorio: las grandes venas y arterias. Observar las *aurículas* derecha e izquierda y los *ventrículos* derecho e izquierdo del corazón.

La *arteria pulmonar* es un gran vaso que sale del ventrículo derecho y se ramifica bajo el pulmón derecho y el izquierdo. Se observan la *vena cava anterior izquierda* que va desde la cava dorsal hasta la aurícula derecha y la *cava anterior derecha* que va hacia la aurícula derecha. Las *venas pulmonares* vienen de los pulmones y se juntan formando una vena única que entra en la aurícula izquierda. La *vena cava posterior* también es única, viene desde el abdomen a través del diafragma y sigue hacia el corazón para entrar en la aurícula derecha. El *arco aórtico* sale desde el ventrículo izquierdo, va hacia la izquierda contorneando por detrás el corazón y pasa al abdomen a través del diafragma con el nombre de *aorta dorsal*. Observar el *conducto arterial* que une la aorta con la arteria pulmonar. Sobre el arco aórtico está la *arteria carótida común derecha* y después de ésta la *subclavia derecha*. La *arteria carótida común izquierda* sale del arco aórtico y la *subclavia izquierda* parte directamente de la cara izquierda del arco aórtico. Ambas arterias subclavias corren por detrás de las venas cavas anteriores. A veces estas arterias no salen inmediatamente de la aorta sino de una arteria intermediaria; la *innominada*, que no existe en el hombre pues, como vemos, hay una ligera diferencia anatómica con el conejo.

Fisiología de las arterias. — Para entender el funcionamiento de las arterias debemos dividir las en tres grandes grupos. Las grandes arterias que tienen escasa capa muscular y una fuerte capa elástica; las arterias pequeñas que tienen débil capa elástica y recia capa muscular, y las arterias medianas en las que está equilibrado el sistema.

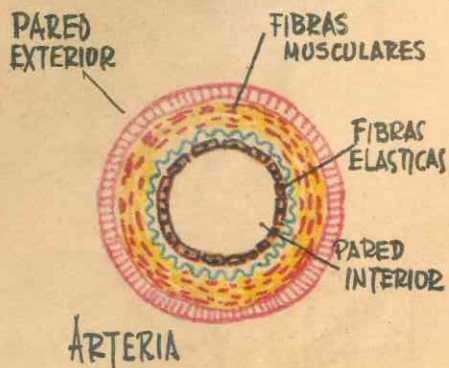


VISTA ANTERIOR



VISTA POSTERIOR

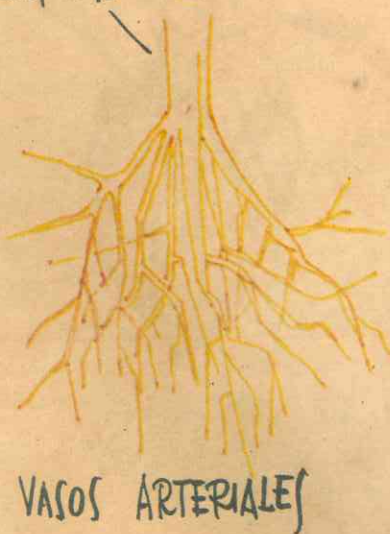
CORAZON DE UNA OVEJA.



Las grandes arterias como la aorta se dilatan mucho por el volumen de sangre inyectada por los ventrículos y al tratar de recobrar su forma empujan la sangre hacia adelante. Cuando llega la sangre a las arterias medianas que tienen un tejido muscular fuerte de contracciones rítmicas, es impulsada como en oleadas que parten del corazón y van hasta el final de las arterias, oleadas debidas a la contracción muscular que lleva la sangre a través de las arterias por el "gradiente" de que hemos hablado. Así, vemos que no es el corazón el que impulsa la sangre en todo el sistema circulatorio sino apenas dentro del órgano, y que las arterias son corazones periféricos que se contraen también como el órgano central.

La aorta, que es la arteria mayor, tiene un diámetro aproximado de dos y medio centímetros y su pared unos tres milímetros de espesor. Las venas son más delgadas que las arterias respectivas. En las grandes arterias la sangre circula a una velocidad de cincuenta centímetros por segundo y en las venas a razón de quince centímetros por segundo; en los capilares sólo a un milímetro por segundo.

Cuando observamos los vasos sanguíneos vemos que tienen alrededor de su tejido muscular unos nervios procedentes del sistema nervioso autónomo del cual hablaremos luego, nervios que coordinan los movimientos arteriales a través de los vasos. El sistema nervioso al contribuir a la coordinación de los movimientos, necesariamente ayuda a mantener una presión dentro de los vasos sanguíneos. Entonces, la presión sanguínea es determinada en primer lugar por la elasticidad de las arterias, en segundo lugar por la contracción autónoma de los vasos y en tercer lugar por la excitación del sistema nervioso. Este tono, contractilidad o contracción permanente de los vasos dependientes del sistema nervioso, está vinculado a la secreción de una substancia, la *adrenalina*, que es secretada por la *glándula suprarrenal* que encontramos como casquete superior de los riñones. En los animales superiores la adrenalina mantiene la tensión arterial a una cierta altura. Cuando la glándula suprarrenal es insuficiente y no vierte la cantidad necesaria de adrenalina, la tensión baja a veces peligrosamente de los límites normales y puede ocasionar un colapso y aún la muerte.



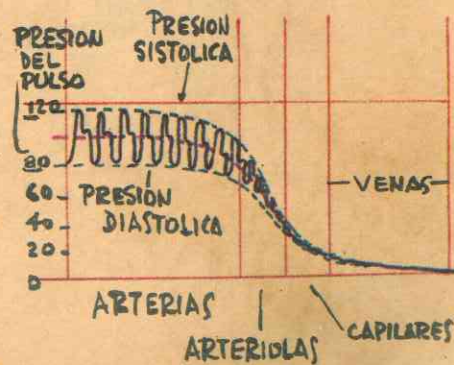
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

La sangre circula dentro de las arterias a una cierta presión determinada por el impulso del corazón, por la contracción elástica de las arterias de gran calibre y por la contracción muscular de las arterias de pequeño calibre. Esta presión representa un impulso que puede ser medido por medio de un aparato llamado *tensiómetro* que consiste, fundamentalmente, en una columna de mercurio comunicada con un manguillo de caucho, dotado de un *brazalete* que podemos inflar por medio de una *perilla*. Adaptamos el brazalete al brazo izquierdo o derecho y aplicamos un *fonendoscopio* en el pliegue del codo. Con la perilla insuflamos aire en el manguillo de caucho y entonces comienza a subir la columna de mercurio sobre una regla graduada en centímetros de presión que va, generalmente, de cero a treinta. Hacemos subir la presión por ejemplo a veinte centímetros en el medidor de mercurio llamado manómetro; esta presión ha impedido la circulación de la sangre en la arteria humeral. Dejamos descender un poco la columna de mercurio abriendo la perilla hasta que al salir el aire del manguillo disminuya la presión y llegue de momento en que comienza a pasar la sangre a través de la humeral y, en el pliegue del codo podemos oír el paso de esa sangre: decimos que hemos tomado la *presión arterial máxima*, y es el mayor esfuerzo que se necesita para romper la barrera puesta por el manguillo sobre la arteria humeral. Seguimos observando a través del fonendoscopio el ruido producido por el roce de las sangre a través del manguillo hasta que no la oigamos más: decimos que hemos tomado la *presión arterial mínima*, es decir, cuando la compresión del manguillo no es capaz de deformar la arteria cuya elasticidad es suficiente para mantenerla abierta y dejar paso a la sangre.

Las presiones arteriales máxima y mínima señalan dos fenómenos muy distintos: la máxima señala la capacidad que tiene el torrente circulatorio de romper la barrera impuesta por el manguillo, por tanto mide la fuerza de contracción de las arterias. La tensión arterial mínima señala la elasticidad de las arterias: un tubo rígido requiere mayor esfuerzo para permitir el paso de una columna líquida. La presión arterial máxima del hombre normal es de doce a trece centímetros en la columna de mercurio y la mínima de siete a ocho centímetros.



MEDIDA DE LA PRESION ARTERIAL



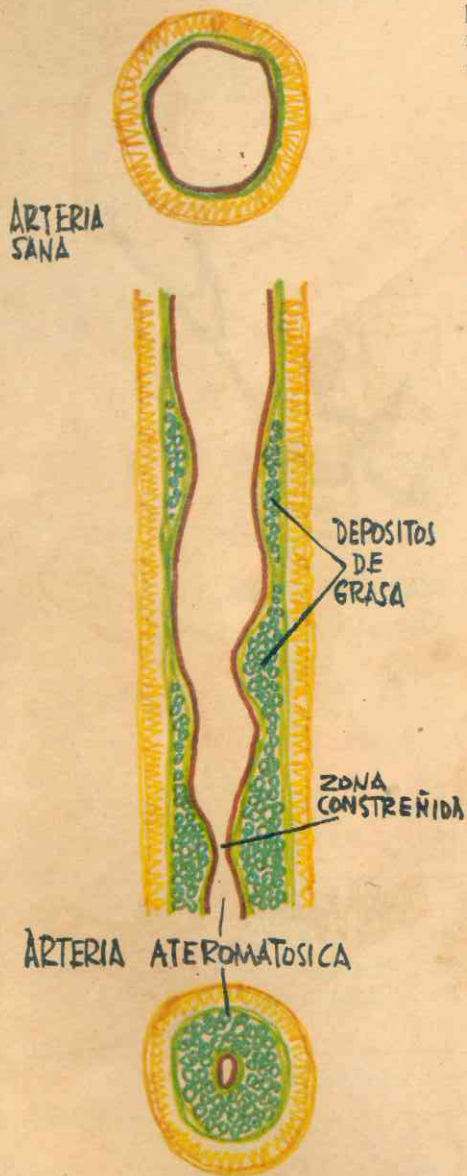
PRESION DE LA SANGRE DESDE LA ADORTA A LOS CAPILARES

Enfermedades de las arterias. — Las afecciones principales de las arterias son las siguientes: en primer lugar la *enfermedad de Raynaud* que es una arteritis obliterante. Consiste en que las arterias de tipo pequeño o arteriolas, que tienen un fuerte tejido muscular, se contraen y no dejan pasar la sangre hacia las extremidades; este fenómeno ocurre sobre todo en los miembros inferiores produciendo gangrenas en los pies y puede ser mortal cuando avanza demasiado. La causa principal de esta enfermedad es el cigarrillo fumado en exceso.

Otra enfermedad arterial que debemos estudiar es la *arterioesclerosis*. Consiste en la pérdida de la elasticidad de la arteria o endurecimiento de sus paredes por debilitamiento de la sustancia elástica. Este fenómeno es propio de la vejez porque con el tiempo el trabajo de la arteria va debilitando el sistema elástico. El afán excesivo y la vida desordenada apuran los procesos de envejecimiento, de la misma manera que un carro se desgasta porque lo hemos utilizado durante mucho tiempo o porque lo trajinamos bastante. Con la arterioesclerosis sucede lo siguiente: al endurecerse la arteria sube la presión arterial mínima por pérdida de elasticidad; entonces, para poder lanzar la sangre a través de las arterias endurecidas, el corazón requiere un mayor esfuerzo y lo requieren también las arterias de gran calibre con respecto a las de mediano o pequeño calibre, lo cual termina aumentando la presión arterial máxima. En las arterioesclerosis se produce, pues, la hipertensión arterial, o subida de la tensión por encima de lo normal. La *hipotensión* es una disminución de la tensión por debajo de lo normal. Fundamentalmente la prevención de la arterioesclerosis es llevar una vida higiénica y ordenada.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

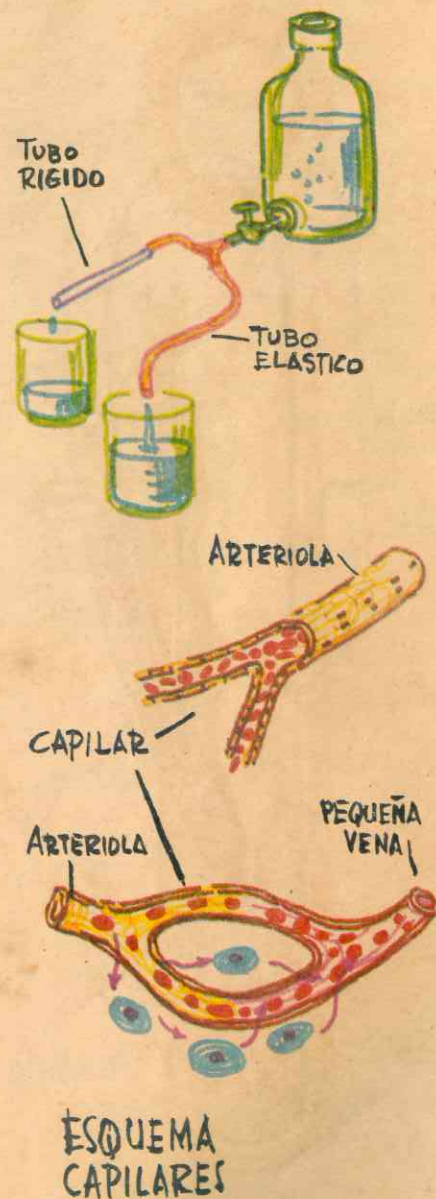
Llenamos de agua un botellón que tenga una llave en la base a la cual conectamos un tubo de caucho que comunica con un tubo en Y. De los brazos de la Y sacamos dos tubos: uno de vidrio y otro de caucho del mismo ca-



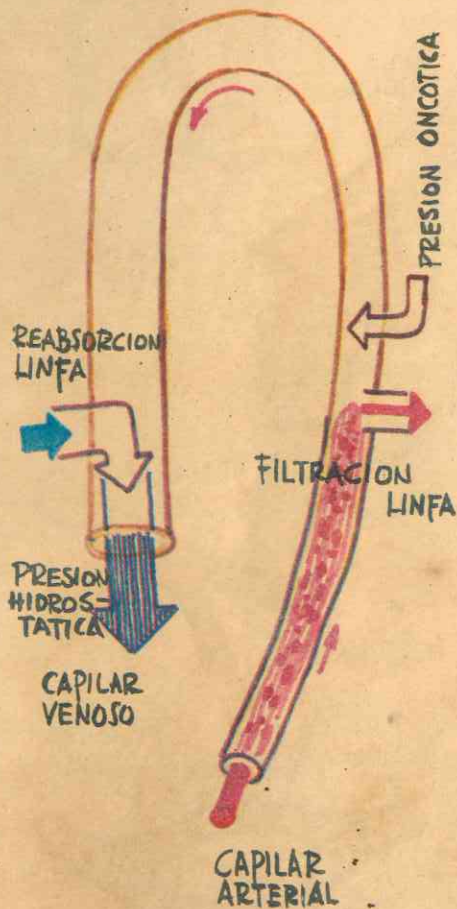
libre. Abrimos la llave del botellón y alternativamente dejamos salir agua por la llave a una frecuencia de cincuenta o sesenta aperturas y cierres por minuto. Ponemos dos frascos iguales en la desembocadura de los tubos y observamos que, a pesar de ser éstos del mismo calibre, llena primero la vasija el tubo de caucho que el de vidrio. Además, la corriente es continua en el tubo de caucho e interrumpida en el de vidrio con la apertura y cierre de la llave. De esto deducimos que un tubo elástico es más eficaz para el paso de un líquido que un tubo rígido, y por tanto, que una arteria elástica permite más fácilmente el paso de la sangre que una arteria rígida.

LOS VASOS CAPILARES

Las venas y las arterias no permiten la difusión de la sangre y por sí mismas no podrían irrigar los órganos hacia donde se dirigen. Para que esto pueda suceder se necesita la formación de unos vasos que unen las arterias a las venas y se llaman los *vasos capilares*. Estos no tienen sino una sola capa, el *endotelio* que es muy delgado y tenue y permite el paso del plasma a través de él, pero no de los glóbulos rojos. Fundamentalmente el glóbulo rojo transporta a los tejidos el oxígeno proveniente de los pulmones, como lo veremos después. Al pasar el glóbulo rojo por la arteria, el capilar y la vena no tiene contacto con los órganos que atraviesa.



La presión se conserva a todo lo largo del sistema arterial pero al llegar al capilar ha disminuído la velocidad que es muy grande en el corazón, menor en las arterias mayores y disminuye aún más a medida que se acerca a las arterias pequeñas; al llegar a los capilares la sangre hace su recorrido muy lentamente y el tejido necesitado de oxígeno lo absorbe del glóbulo rojo. A su turno, el tejido suelta el anhídrido carbónico, producto del metabolismo, y el glóbulo rojo lo recoge y transporta por el sistema venoso hasta el corazón. Del ventrículo izquierdo es enviado a los pulmones en donde se oxigena el glóbulo rojo y vuelve a iniciar la carrera por la vena pulmonar hacia la aurícula izquierda, de allí al ventrículo izquierdo, a la aorta, etc.



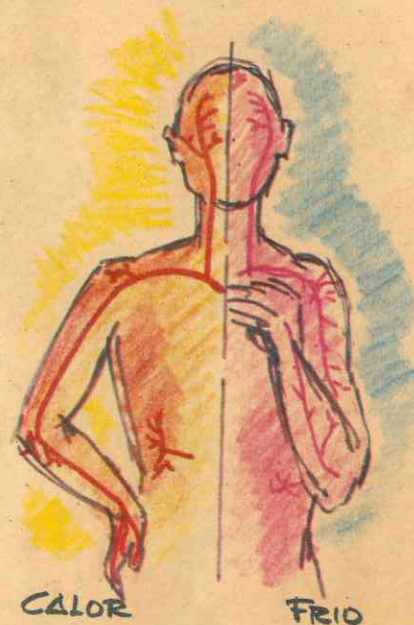
ESQUEMA DE UN SEGMENTO ARTERIAL DEL CAPILAR

La circulación en los capilares. — Los glóbulos rojos y la sangre en general circulan en los capilares por "vis a tergo" que es el empuje de la columna arterial que viene desde atrás, y por apertura hacia adelante del sistema venoso. Simultáneamente este movimiento es ayudado por la fuerza de capilaridad. Cada vaso capilar atrae hacia sí la sangre que viene de la arteria para ser llenado por ella. Esta fuerza sumada es la más poderosa de toda la biología y nos explica mejor que otros motores el movimiento de la sangre en el árbol circulatorio.

Los capilares sanguíneos y todo el aparato circulatorio en general está inervado por el simpático, un nervio que al ser excitado produce la contracción de los músculos del vaso. Ya hemos dicho que el movimiento del corazón, de las arterias y las venas no se debe originalmente al sistema nervioso sino que es un proceso autónomo, pero también debemos observar que tiene su influencia la inervación simpática, influencia sobre todo de coordinación del movimiento para que sea ordenado, como exprimiéndose desde el corazón hacia la periferia por las arterias, y de la periferia hacia el corazón por las venas y los vasos linfáticos.

Uno de los fines que tiene la sangre es mantener el calor animal. En el interior del organismo hay aproximadamente 37.5°C de temperatura; en la periferia es de 36.5°C. La sangre que viene del interior

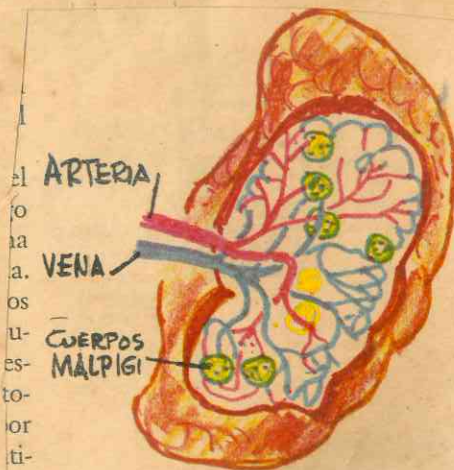
del organismo transporta calor hacia la piel, hacia el exterior, y mantiene caliente la superficie cutánea a pesar de que habitualmente el hombre vive en ambientes de temperatura mucho más baja. La inervación simpática de los músculos de las arteriolas y de los capilares sirve para ayudar a regular la temperatura del cuerpo y adaptarla un poco a la del ambiente. Cuando hace calor la piel excitada transmite hacia la medula espinal el dato y regresa una orden de dilatación por inhibición del simpático, dilatación del capilar y pérdida de calor por aflujo desde el interior de la masa sanguínea que va a ventilarse hacia la piel. Cuando hace frío el fenómeno es inverso: hay una excitación del simpático y, por tanto, una contracción del sistema muscular de las arteriolas y de los capilares, y un volumen muy grande de sangre es proyectado de la periferia del organismo hacia el interior con el objeto de no perder calor.



EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Para apreciar la circulación a nivel de las pequeñas arterias, de las venas y de los capilares podemos hacer la siguiente experiencia. Sujetamos una rana en la mano izquierda y con el dedo índice de la misma mano le agachamos la cabecita para introducirle un alfiler en la columna vertebral a nivel de la nuca. Se mueve el alfiler a derecha e izquierda para insensibilizarla. Inmediatamente observamos que las patas se estiran porque ha perdido la sensibilidad, pero el animal permanece vivo.

La crucificamos de espaldas a un cartón que está horadado en la mitad; el cuerpo de la rana debe quedar en uno de los bordes del orificio. Con unas tijeras cortamos la piel del abdomen del animal y así quedan expuestos el peritoneo de la rana, el aparato digestivo y el corazón. Podemos apreciar cómo se contrae y se dilata el corazón; al contraerse se pone pálido porque arroja la sangre y al dilatarse se torna rojo porque la recibe. En seguida extendemos algunas asas del tubo digestivo sobre el orificio de cartón, que debe ser de un centímetro cuadrado, y con un alfiler las fijamos en

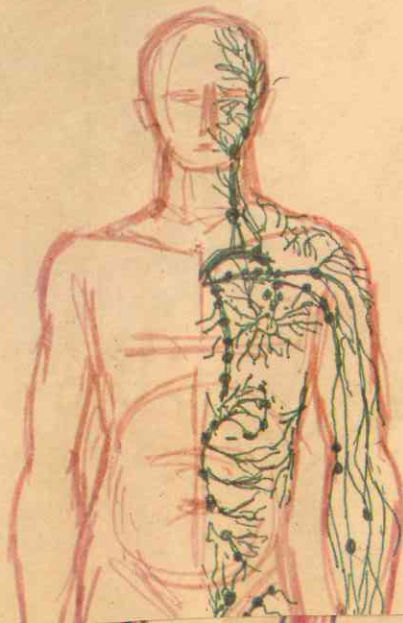


CORTE ESQUEMATICO DEL BAZO DISECCION - SISTEMA CIRCULATORIO DE LA RANA

la orilla opuesta a aquella en que está el animal dejando en el asa intestinal una parte del peritoneo que está intensamente vascularizado y es translúcido. Se pone la preparación en el microscopio de tal manera que el orificio corresponda al orificio de la platina. Acercamos una lente de mediano aumento al peritoneo y vemos ahí la circulación de la sangre. Las grandes arterias llevan glóbulos rojos a mucha velocidad, las menores recorren el peritoneo a menor velocidad y por los capilares van pasando los glóbulos rojos uno a uno, cediendo oxígeno. Esta bella práctica es una de las más ilustrativas sobre cómo se verifica la circulación en el cuerpo, pues así como vemos que ocurre la circulación en el peritoneo ocurren en la totalidad del cuerpo humano y de todos los animales.

SISTEMA LINFATICO

Además del sistema circulatorio sanguíneo el cuerpo tiene una red de vasos independientes llamados *linfáticos* a través de los cuales circula un líquido muy parecido a la sangre pero sin glóbulos rojos y con pocas proteínas llamado *linfa*. El sistema linfático es paralelo al sistema venoso pero más lento y circulan por él algunos glóbulos blancos procedentes de los espacios intercelulares. Siendo el linfático un sistema venoso vierte su flúido siempre al corazón. En los lugares en donde los vasos linfáticos se unen existen agregados de células denominadas *ganglios linfáticos* que son productores de linfocitos que son parte de los glóbulos blancos. Este es un sistema de defensa contra las infecciones. Estos glóbulos blancos atrapan las bacterias que entran en el organismo y las destruyen directamente o transportándolas a los ganglios en donde son eliminadas. Cuando los ganglios son invadidos por una cantidad muy grande de bacterias se inflaman, como sucede habitualmente en los ganglios del cuello que se agrandan notablemente en las infecciones bronquiales y de la faringe, o en la región inguinal por infecciones del pie. Los ganglios linfáticos, que están situados a nivel de los pulmones, se hallan llenos de partículas de polvo y hollín en los habitantes de las grandes ciudades y en los fumadores, tomando un color gris oscuro o negro; en estas personas disminuye la resis-



ESQUEMA DE UN SEGMENTO ARTERIAL DEL CAPILAR



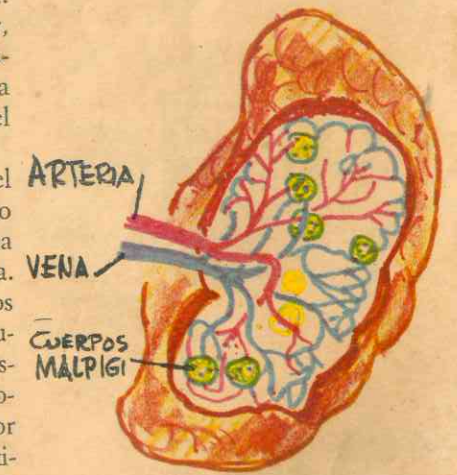
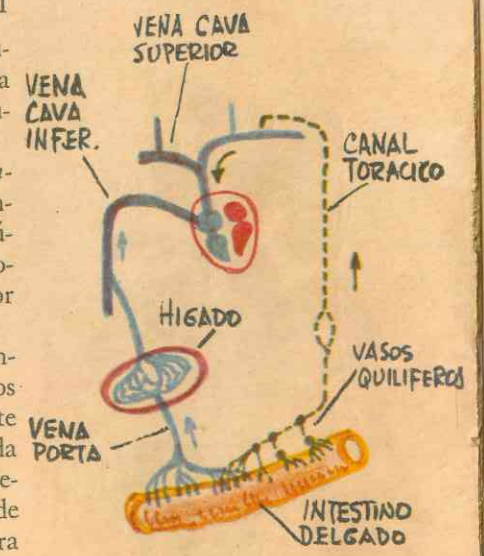
cia del organismo contra las infecciones. La circulación dentro de los vasos linfáticos está asegurada en el organismo de la misma manera que la circulación venosa.

Una función muy importante de los *ganglios linfáticos* es la absorción de las grasas a través del intestino por medio de los *vasos quilíferos*, que se reúnen para formar el *canal torácico* el cual desemboca directamente en la vena subclavia derecha por donde va a la cava y al corazón.

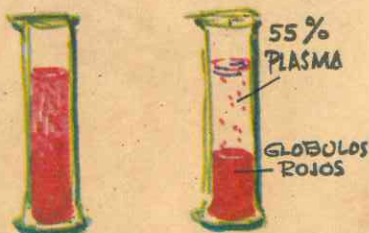
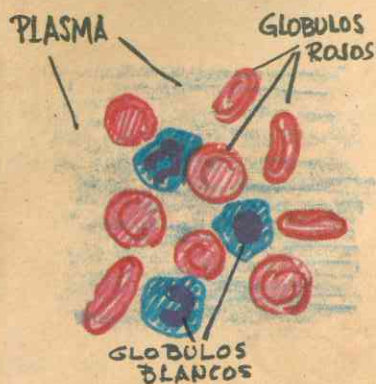
Por la función de los ganglios y de los vasos linfáticos observamos la importancia que tienen estos órganos para la difusión del cáncer. Generalmente dicha difusión hacia todo el organismo, llamada *metástasis*, se hace a través de estos canales que desempeñan el oficio de tomar células sobrantes de los lugares inflamados y llevarlas a los ganglios para ser destruídas allí. Pero las células cancerosas no pueden ser destruídas por los ganglios por lo cual después de operar un cáncer hay que examinar todos los ganglios linfáticos aledaños y extirparlos también.

Debemos anotar, finalmente, que las *amígdalas*, situadas en la parte posterior de la boca, y el *apéndice* ubicado en el colon, hacen parte del sistema linfático; de ahí su importancia como defensas del organismo.

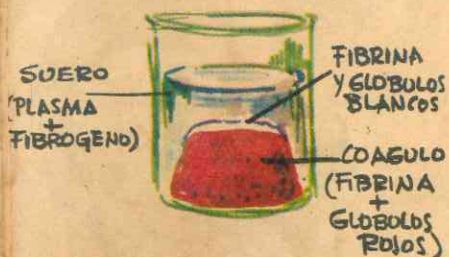
El *bazo* es un órgano que también hace parte del sistema linfático. Está situado cerca del estómago y se conecta con el hígado por medio de la vena esplénica que entra a formar parte de la vena porta. El oficio principal del bazo es formar glóbulos rojos en la vida intrauterina, y durante toda la vida ayudar a formar glóbulos blancos. Otra función es destruir los glóbulos rojos viejos y los linfocitos tomando el hierro del glóbulo rojo y lanzándolo por la vena porta al hígado que lo retiene para ser utilizado posteriormente en la formación de nuevos glóbulos. Es, pues, un *cementerio de glóbulos rojos* y también un almacén donde se agrupan para pasar a la circulación a medida que se necesitan. Además es órgano de defensa por la formación de glóbulos blancos, de linfocitos, y por la capacidad que tiene de formar algunas globulinas relacionadas con la inmunidad.



CORTE ESQUEMATICO DEL BAZO



SANGRE



EL HOMBRE = 70% LIQUIDOS



Las células del cuerpo están bañadas por un líquido denominado *intersticial*, pues la sangre no se pone en contacto directo con las células, y el oxígeno tiene que atravesar los capilares y a través de este líquido poder llegar a ellas. Este líquido junto con la linfa y el plasma sanguíneo es nuestro mar interior. En conjunto el cuerpo humano sólo contiene catorce litros de líquidos sumados el plasma, la linfa y el líquido intersticial. Un adulto tiene aproximadamente de diez a quince mil billones de células bañadas por estos catorce litros; un número igual de protozoarios marinos requeriría diez millones de litros de agua de mar para obtener gases y alimentos necesarios. Se debe a los eficientes mecanismos pulmonares, hepáticos, intestinales y renales que el hombre pueda sobrevivir utilizando tan poco líquido. X

LA SANGRE

Por los vasos sanguíneos corre un líquido rojo y untuoso que es la sangre. Fundamentalmente se compone de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plasma, y el volumen total de esa sangre es de cinco litros en el adulto.

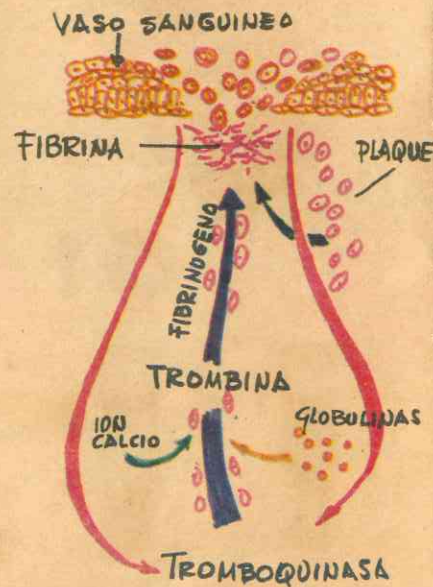
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Si tomamos sangre de una vena del pliegue del codo y la ponemos en un tubo de ensayo, al rato observamos que hay una parte líquida que sobrenada, el *suero*, y otra parte coagulada que se llama el *coágulo*. El coágulo está constituido por glóbulos rojos aprisionados dentro de una fina red, la *fibrina*, que se produce a partir de una sustancia que tiene la sangre, al contacto con el aire. El suero está formado por agua y sales.

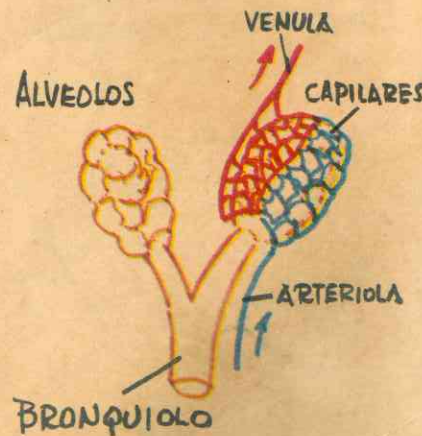
Si tomamos la sangre y le agregamos inmediatamente un anticoagulante, por ejemplo unos cristales de citrato de soda que impiden la coagulación, y centrifugamos el líquido o simplemente la dejamos en reposo por una hora, vemos que en el fondo están los *glóbulos*, pero no en forma de coágulo porque no ha habido coagulación, y sobrenada un líquido lechoso llamado el *plasma*. Los glóbulos que se precipitan o sedimentan constituyen más o menos la mitad del contenido total de la sangre; el plasma es el agua, las sales y la fibrina vuelta incoagulable que sobrenadan y constituyen más o menos el otro 50% de la sangre total. Este es el líquido que circula a través de las venas y arterias.

Si estudiamos el plasma encontramos que no sólo contiene agua, sales y fibrina sino que, además, lleva en suspensión alimentos como *azúcares* y *proteínas* provenientes del intestino a través de la vena porta, y que el hígado libera a medida de las necesidades del organismo; también lleva las *grasas* provenientes de los vasos quilíferos del intestino que son llevadas por el canal torácico hasta la vena subclavia y el corazón, y sustancias de *desecho* de las células que son llevadas hasta los riñones para ser eliminadas: además, *hormonas* que proceden de las glándulas de secreción interna.

Fisiología de la sangre. — A nivel de los pulmones los glóbulos toman *oxígeno* del aire y lo transportan hacia el interior de los tejidos. El glóbulo rojo al pasar por el capilar libera oxígeno hacia los tejidos que tienen una fuerte apetencia de este gas, y a este mismo nivel los glóbulos toman el *anhídrico carbónico* que es producto del metabolismo de los tejidos y lo llevan por el sistema venoso hasta el pulmón, haciendo los recorridos que hemos visto para liberarlo a través de la respiración. Por esto se dice que las arterias llevan sangre arterial del ventrículo izquierdo por la aorta a todo el organismo, y las venas llevan sangre venosa desde el interior de los tejidos hasta el corazón, fuertemente cargada de anhídrico carbónico. Existe la excepción de la arteria pulmonar que lleva sangre venosa hasta los pulmones y la vena pulmonar que lleva sangre arterial hasta la aurícula izquierda por razones que son claras según lo explicamos arriba.

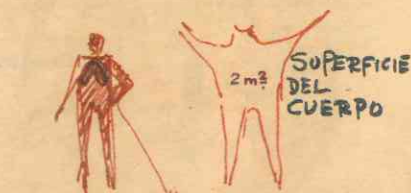


COAGULACION -





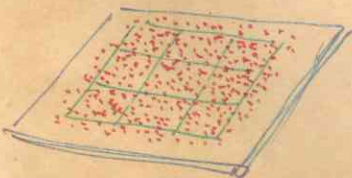
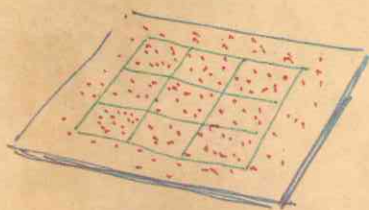
LA SANGRE DE UNA PERSONA CORRIRIA 3000 MTS CON SUS GLOBULOS ROJOS



2m² SUPERFICIE DEL CUERPO



90m² SUPERFICIE PULMONAR



SISTEMA PARA CONTAR LOS GLOBULOS ROJOS VISTOS EN EL MICROSCOPIO

Cuando corremos, el esfuerzo hecho por nuestro organismo, por nuestros músculos, determina una necesidad mayor de oxígeno y de eliminar anhídrido carbónico sobrante en el interior del músculo. Esta necesidad se debe traducir por la mayor rapidez de movimiento de los glóbulos rojos. En este caso aumenta el número de pulsaciones del corazón y de las arterias, y aumentan, por tanto, las pulsaciones que son tomadas en la arteria radial en el borde externo de la cara anterior del puño, que son aproximadamente ochenta por minuto; durante una carrera llegan a cien o ciento veinte las pulsaciones. Al aumentar las pulsaciones, aumenta el número de glóbulos que pasan por minuto a través del capilar. Si el período de reposo es muy grande, se produce, entonces, el fenómeno contrario: disminución de pulsaciones porque no hay tanta necesidad de movimiento de oxígeno a través de los capilares.

En las ciudades altas como Bogotá o Túquerres, para que el corazón no tenga que hacer mayor esfuerzo contrayéndose más rápidamente, se aumenta el número de glóbulos rojos por milímetro cúbico, por cuanto la cantidad de oxígeno que toman los glóbulos rojos a través del pulmón es menor. El porcentaje de oxígeno en la altura es menor que a nivel del mar; entonces, el número de glóbulos rojos por milímetro cúbico, que aproximadamente es de cinco millones, en la altura llega hasta cinco millones y medio; en la costa está normalmente entre cuatro y cuatro millones y medio, y en las ciudades como La Paz (Bolivia) llega hasta seis millones por la altura en que se encuentra. Si, por ejemplo, por un parasitismo intestinal o por paludismo hay disminución de glóbulos rojos, o cada glóbulo tiene menos hemoglobina y menos pigmento de hierro que es el que transporta el oxígeno dentro del glóbulo rojo, habrá un aumento de pulsaciones; por eso al anémico le palpita más fuerte y rápidamente el corazón y su pulso puede tener cien pulsaciones por minuto.

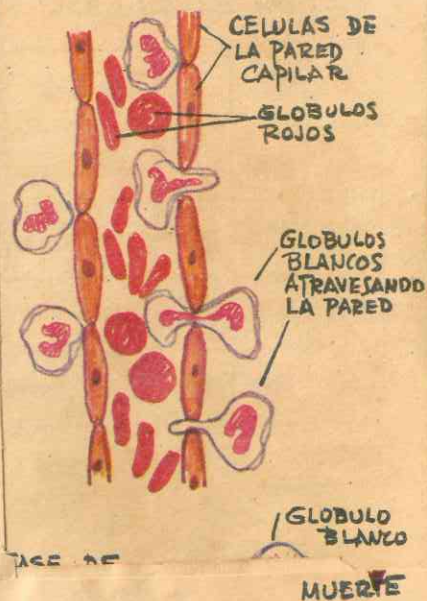
Hemorragia y shock. — A veces podemos encontrarnos en circunstancias de prestar un servicio en ausencia de un médico. Es el caso de la pérdida de conocimiento y caída en casos de *shock* o *colapso*

que consiste en la pérdida del tono de las arterias y de los capilares los cuales se dilatan; entonces la cantidad de sangre que hay en el organismo no es capaz de llenar los vasos por lo cual hay menor aporte de sangre al corazón. El cerebro que está en la parte superior es el primero que sufre las consecuencias de esta falta de sangre ocasional debida, por ejemplo, a un susto o a un fuerte golpe.

En este caso, debemos acostar al paciente de tal manera que tenga la cabeza baja y las piernas un poco elevadas con el objeto de que la sangre circule más fácilmente hacia el cerebro: esto es suficiente, por lo general, para elevar la presión arterial y mejorar el estado del individuo que recobra rápidamente la conciencia. Este fenómeno puede deberse también a una intoxicación alimenticia o indigestión que abre los capilares.

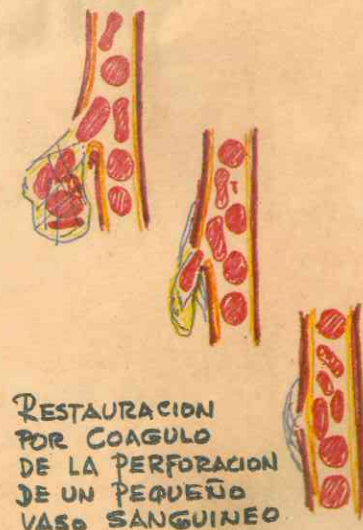
Más grave es el caso de la *hemorragia*. La pérdida de sangre y por lo tanto de glóbulos rojos, con mayor o menor rapidez puede causar la muerte si pasa de un litro. Se produce primero un aumento de las pulsaciones, porque al disminuir el número de glóbulos rojos que permanecen en los vasos deben transportar más rápidamente oxígeno para suplir las necesidades del organismo. Llegado cierto momento viene lo que se llama un *síncope salvador*, con pérdida del conocimiento y caída de la tensión arterial, y el individuo entra en un estado de muerte aparente que da tiempo a que se presente la coagulación de la sangre en el punto en que la vena está sangrando: al recobrar el conocimiento el paciente ya se ha suspendido la hemorragia.

La sangre, puesta en contacto con el aire, ha producido la red de fibrina que aprisiona los glóbulos rojos y determina el trombo o *coágulo*, un tapón que impide que continúe saliendo la sangre. Cuando estamos en presencia de una hemorragia lo primero que debemos hacer es impedir que continúe saliendo sangre, poniendo un torniquete a nivel de la herida. Debe acudir inmediatamente a un médico, a un puesto de socorro o a un hospital para la sutura conveniente de los vasos y evitar así los peligros de la hemorragia.

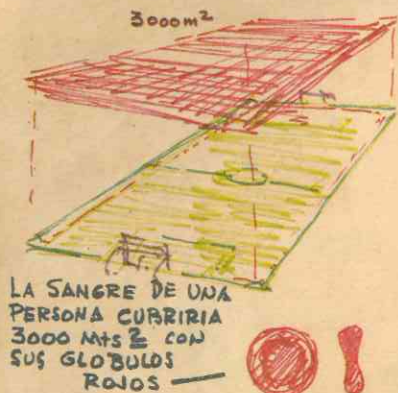


BASE DE

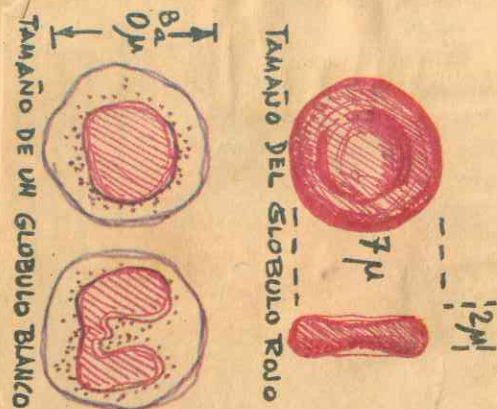
MUERTE



RESTAURACION POR COAGULO DE LA PERFORACION DE UN PEQUEÑO VASO SANGUINEO



LA SANGRE DE UNA PERSONA CUBRIRIA 3000 MTS² CON SUS GLOBULOS ROJOS



SANGRE COAGULADA AL CABO DE UN TIEMPO

Los glóbulos rojos y los glóbulos blancos. — Los glóbulos rojos proceden de la *medula ósea*, un órgano incluido en el interior del hueso que tiene el oficio de producirlos. Hay que advertir que en el niño, antes de nacer, esos glóbulos son producidos también por el *hígado*, propiedad que pierde este órgano a los pocos días de nacido.

Simultáneamente esta medula ósea produce parte de los *glóbulos blancos* que circulan en la sangre en mucho menor cantidad que los glóbulos rojos, aproximadamente de cinco a siete mil por milímetro cúbico.

Los glóbulos rojos y blancos se llaman elementos *figurados* de la sangre. En el embrión los glóbulos rojos comienzan a formarse dentro de los vasos sanguíneos como células nucleadas portadoras de hemoglobina. Después del tercer mes de vida fetal el hígado y el bazo son los principales focos de formación y también de glóbulos rojos nucleados.

Después de la mitad de la vida fetal la medula ósea comienza a formar glóbulos rojos propiamente dichos. Cuando nace el niño sólo la medula desempeña esta función y los glóbulos rojos circulantes no son ya nucleados. Los glóbulos blancos lo son siempre.

El color que colorea el glóbulo rojo es la *hemoglobina*, cuyo principal componente es el hierro. Durante la vida fetal se forma en *oxihemoglobina* a nivel del pulmón. Después de nacer es inyectado el oxígeno del aire. En los capilares el oxígeno se libera y vuelve a ser hemoglobina. El tamaño del glóbulo rojo es aproximadamente de 7 micras; en cada milímetro cúbico hay cinco mil millones de glóbulos, más o menos.

El *plasma*. — El *plasma* es un compuesto de agua, sales y albúminas, y tiene en suspensión otros elementos que recoge en su recorrido. El plasma es formado por el hígado, tanto en la vida fetal como en la adulta. Entre los componentes del plasma están las *globulinas* producidas por el bazo y los ganglios linfáticos, que influyen en los procesos de inmunidad. Si una proteína extraña penetra en el organismo, por ejemplo la *Salmonella typhosa* productora del tifo, excita este sistema productor de globulinas para reaccionar contra ella. Estas globulinas quedan nadando indefinidamente en el plasma y en muchos casos se

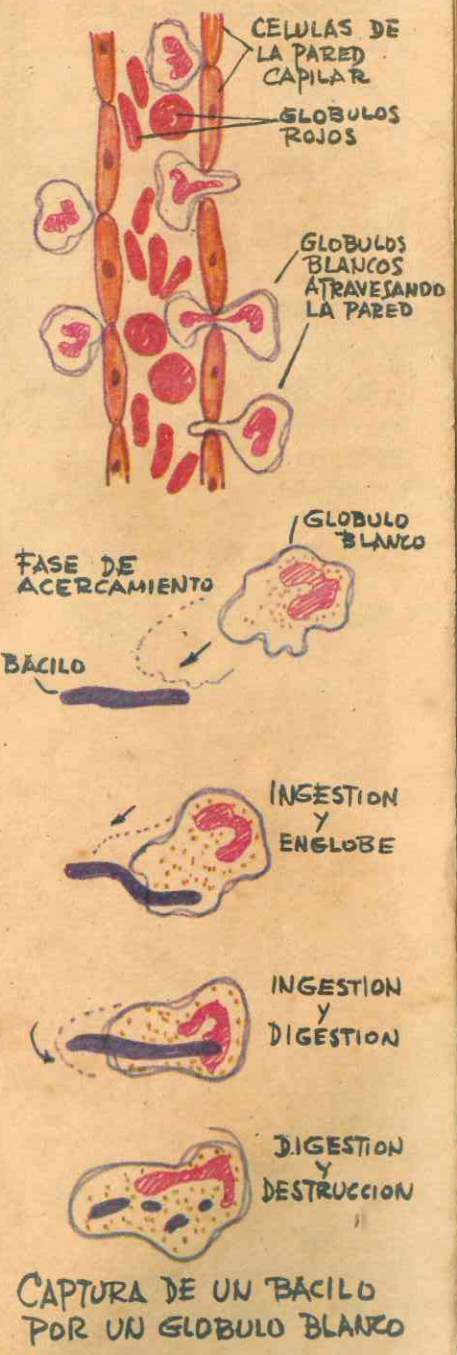
establece la *inmunidad* para toda la vida por lo cual, si posteriormente entran al organismo más bacterias, inmediatamente son destruidas por las globulinas.

Este es el fenómeno que ocurre en los trasplantes cuando existe el *rechazo* por formación de globulinas que atacan el órgano injertado. Hay drogas que evitan esta producción de globulinas para que el trasplante perdure y se asegure el éxito de la operación; pero existe el peligro de que, impidiéndose el proceso de formación de estos elementos, puedan presentarse infecciones contra las cuales el organismo no está capacitado para luchar.

















También los glóbulos blancos que son células nucleadas proceden de la medula ósea en el adulto y en la vida fetal guardan las mismas relaciones que los glóbulos rojos con el hígado y el bazo. Después del nacimiento el bazo y los ganglios linfáticos producen linfocitos que son una de las especies de glóbulos blancos. La medula ósea continúa produciendo granulocitos y linfocitos. Los granulocitos son glóbulos blancos producidos exclusivamente por la medula ósea.

La finalidad de los *glóbulos blancos* es la defensa del organismo y seguramente también participan en los procesos de inmunidad. Cuando una bacteria entra al torrente circulatorio o está localizada en cualquier parte del organismo, inmediatamente se movilizan hacia allá glóbulos blancos que tienen la propiedad de atravesar los tejidos por un procedimiento llamado de *diapedesis* que consiste en un pseudópodo como el de las amibas que se introduce a través de los espacios entre dos células, dilata el vaso y permite posteriormente el paso del glóbulo blanco para acudir a la zona donde lo necesita el organismo. Cuando hay pocas bacterias cada glóbulo engloba una y termina pereciendo casi siempre la bacteria y el glóbulo; entonces se forman los llamados *glóbulos de pus* que son el origen de las *supuraciones*.

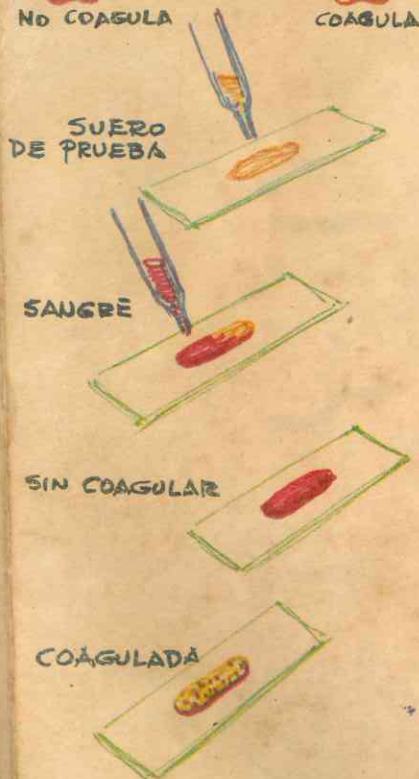
Si la infección tiene proporciones reducidas el éxito será seguramente feliz, pero si la infección tiene ciertas proporciones supera las capacidades de defensa del organismo y, a pesar de producirse la muerte de muchos gérmenes, otros podrán sobrevivir y producirán una lesión o una enfermedad.



GRUPOS SANGUINEOS

	A	B	AB	O
A				
B				
AB				
O				

NO COAGULA  COAGULA 



DETERMINACION DEL GRUPO SANGUINEO

88 —

Los grupos sanguíneos. — La sangre de todos los humanos puede dividirse en *cuatro grupos* llamados: A, B, A-B, y O. La distribución es aproximadamente la siguiente: A-B 3%, A 42%, B 9%, y O 46%. Es conocida la necesidad de inyectar sangre de una persona a otra por razón de una anemia, de una hemorragia o de una intervención quirúrgica. Esta transfusión sólo puede llevarse a cabo cuando el suero del receptor no aglutina los glóbulos del dador. Si se aglutinan las sangres son incompatibles y los glóbulos aglutinados se desorganizan, se rompen, y queda la hemoglobina libre en el plasma ocasionando daño grave al riñón y la muerte del paciente.

Para hacer la transfusión se clasifican las sangres con unos sueros que se llaman *anti A* y *anti B*. Se toma sangre del dador con un anticoagulante como citrato de soda; se ponen dos gotas separadas en una laminilla y se vierte a una de ellas una gota de suero *anti A* y a la otra una de suero *anti B*. Si el *anti A* aglutina, será la sangre del grupo A; si el *anti B* aglutina, será del grupo B; si ambas se aglutinan será del grupo A-B; y si ninguna de las dos se aglutinan será del grupo O. De esto se deduce que los grupos A y B sólo pueden recibir glóbulos de su mismo grupo o del grupo A-B; que el grupo A-B puede dar a cualquier otro grupo por lo que ha sido llamado *dador universal*; y que el grupo O es *receptor universal* pues su suero no tiene aglutinina contra ningún glóbulo.

Los grupos sanguíneos sirven para negar la *pateridad* en algunos casos. El hijo tiene siempre el grupo sanguíneo del padre o de la madre; si no tiene el de la madre, y sabemos que la maternidad muy rara vez es disputada, debe tener el del padre; si no tiene el grupo sanguíneo del presunto padre el niño no es hijo suyo.

Fuera de estos grupos sanguíneos existe el factor *Rh*. A un conejo se le inyectaron hematíes de un *mono rhesus* y el conejo respondió formando un anticuerpo o antígeno que aglutinó los glóbulos rojos del *rhesus*. Posteriormente se observó que el suero del conejo inmunizado aglutinaba el 85% de los glóbulos humanos y por esta razón se llamaron *Rh positivos*. El 15% restante se llamó *Rh negativo*. Para hacer las transfusiones hay que tener en cuenta este

elemento, sobre todo si han de repetirse. Para averiguar el factor Rh se utiliza una gota de sangre de dador, a la cual se agrega el antígeno Rh y se procede como en el caso de los grupos sanguíneos.

El hijo de una madre *Rh negativa* y de un padre *Rh positivo* puede tener serias complicaciones pues los glóbulos rojos del feto pueden atravesar la placenta y la madre formará antígenos contra estos glóbulos; dichos antígenos al atravesar de nuevo la barrera placentaria pueden destruir parte importante de los glóbulos rojos del feto. El daño será proporcional a la cantidad de glóbulos que pasen a la circulación materna y a la cantidad de aglutininas o antígenos o anticuerpos que pasen al feto. Toda mujer en edad de quedar embarazada no debe recibir glóbulos rojos Rh positivos.

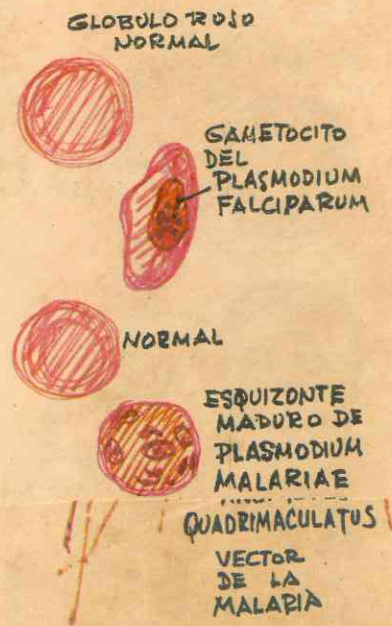
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Si en la clase hay algunos alumnos que tengan su sangre clasificada se utiliza suero de uno del grupo A y otro del grupo B. Para preparar el suero basta tomar la sangre de aquellos que la tienen clasificada, extraer unos diez centímetros cúbicos de ella y dejarlos en reposo en un tubo de ensayo para que se forme el coágulo; entonces se extrae el suero, simplemente vertiéndolo en otro tubo. Para esta experiencia deben estar muy secos la jeringuilla, la aguja y el tubo donde se vierte la sangre.

Ponemos en una laminilla dos gotas separadas de la sangre del alumno que se va a clasificar, agregando a cada gota una de cada dador. A simple vista vemos lo siguiente: donde hay aglutinación hay destrucción de glóbulos y la hemoglobina tiñe todo el plasma, contrario a lo que sucede en donde no la hay, y la sangre queda en el mismo estado en que estaba en el momento de incorporarle la gota de suero. Hay que esperar unos minutos para verificar si se hace o no la reacción.

Si hay aglutinación en B o en A se dice que los alumnos son A o B respectivamente.

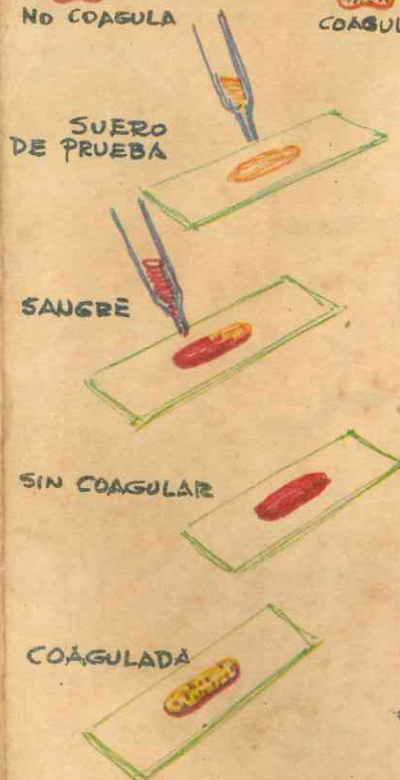
— 89



GRUPOS SANGUINEOS

	A	B	AB	O
A				
B				
AB				
O				

NO COAGULA COAGULA



DETERMINACION DEL GRUPO SANGUINEO

Enfermedades de la sangre. — La afección más frecuente de la sangre es la *anemia* que se manifiesta A. por la palidez de la piel y consiste en una disminución de los glóbulos rojos o en una disminución de la co-hemoglobina de cada glóbulo. La causa principal de so-las anemias entre nosotros es el parasitismo intestinal rray, en menor proporción, los defectos alimenticios por sic falta de verduras y de carne en las comidas. El trata-re miento de las anemias se hace corrigiendo la alimen-ti tación deficiente, utilizando hierro y vitaminas en for-ma de drogas y, en casos más avanzados, por medio h de transfusiones.

Existente una enfermedad llamada *leucemia*, muy pa-recida al cáncer, que ataca los glóbulos blancos con mucha frecuencia. Enfermedad de origen desconoci-do, afecta habitualmente a la gente joven. Ultimamen-te ha sido tratada con elementos radioactivos y se la han producido algunas curaciones; pero la enferme-dad es grave y casi siempre mortal.

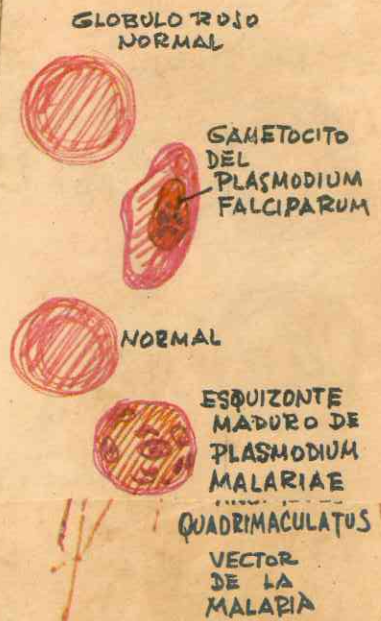
Una enfermedad parecida a la leucemia es la *ane-mia aplástica* que consiste en que la medula comienc-a a producir pocos glóbulos rojos y blancos por agota-miento debido a una infección o por una intoxicación. Cabe advertir aquí que las drogas modernas son po-derosas y que muchas veces salvan vidas y protegen ot la salud de la comunidad, pero algunas vidas tam-sa bién se pierden o se inutilizan por el empleo de esas su mismas drogas cuando se hace sin cuidado y, gene-ralmente, por automedicación; ésta consiste en que los ni pacientes, sin conocimiento suficiente de medicina, pose recetan a sí mismos o recetan a sus familiares dro-de gas cuyo uso es conocido pero cuyos peligros a veces ve pasan desapercibidos. Hay que señalar que las sulfas el y algunos antibióticos producen la anemia aplástica hi por pérdida de glóbulos rojos y blancos.

Una enfermedad que produce un estado anémico R avanzado y es propia de los climas tropicales y sub-tropicales es el *paludismo*. Su nombre viene de una palabra latina que quiere decir pantano, pues se ha-bía observado desde la antigüedad que las fiebres d acompañadas de calofrío y debilitamiento general e coincidían con épocas lluviosas en las que formaban éstos. Ya desde el siglo V, a. de C., Hipócrates describió la enfermedad, pero sólo en 1880 un médico del ejér-

cito francés, Leveran, observó parásitos pigmentados en los glóbulos rojos de los soldados de la guarnición de Argel que coincidían con los atacados por la enfermedad; posteriormente varios investigadores completaron el estudio de su biología y se descubrió que un género de mosquitos, *Anopheles*, era el transmisor de hombre a hombre de un protozario llamado *Plasmodium malariae*. Debemos observar, además, que posiblemente el Plasmodium que adquirió la caracte-rística de parásito humano en épocas relativamente recientes, seguramente permaneció en una faja muy reducida de la zona tropical desde principios del Neolítico cuando la temperatura de la Tierra todavía era muy fría y el mosquito transmisor debía tener escasas posibilidades de supervivencia. Pero pasado ese tiempo, cuando el planeta se calentó, el mosquito pudo sobrevivir y alcanzar el sur de Europa y más de la mitad de Asia, y podemos decir sin exageración que fue la causa de la ruina de las civilizaciones antiguas griega y romana y de las civilizaciones antiguas del Asia menor. Tal vez es la afección que le ha causado más daños a la Humanidad.

El proceso es bastante complejo: hay plasmodios que viven a expensas de glóbulos rojos de reptiles, aves y mamíferos, pero los del hombre son distintos, de cuatro tipos: *vivax*, *malariae*, *falciparum* y *ovale* que presentan ciertas semejanzas y ninguno de ellos ataca animales inferiores. El plasmodio vive en el anofeles y parasita las *glándulas salivares* de estos mosquitos; allí experimenta la evolución necesaria para perpetuar su especie. La hembra del anofeles es la que transmite la enfermedad y necesita sangre para producir huevos fértiles que pone en aguas dulces estancadas en donde se desarrollan las larvas que flotan en la superficie. En condiciones favorables, más o menos en diez días, se transforman en *pupas* que abren su revestimiento y dejan salir los adultos voladores. Los machos se alimentan de frutas y no desempeñan papel en la difusión de la enfermedad.

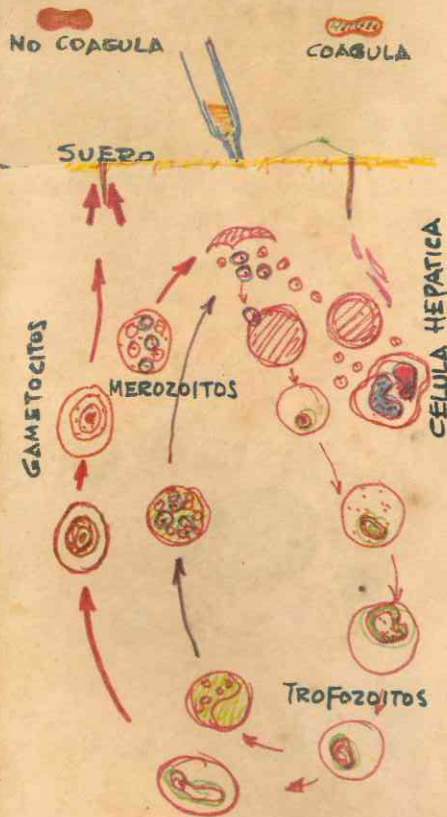
Para que la hembra pueda transmitir la enferme-dad debe infectarse picando a una persona que tenga en su sangre parásitos palúdicos machos y hem-bras, pues en el Plasmodium existe *sexualidad defi-nida*. Las formas sexuales llamadas *gametocitos* ini-



GRUPOS SANGUINEOS

	A	B	AB	O
A				
B				
AB				
O				

ESTE ESPOROQUISTE



48 HORAS

CICLO BIOLÓGICO DE LA MALARIA

cian el ciclo de desarrollo sexual dentro del estómago del mosquito donde sucede la fertilización. Las formas fertilizadas penetran entre las células del estómago formando quistes en la pared externa de la cavidad, los cuales pueden verse distendidos y repletos de esporozoitos fusiformes que se dirigen a las glándulas salivares y permanecen en ellas esperando la oportunidad de penetrar en la corriente sanguínea de un individuo susceptible cuando el mosquito lo pica, iniciándose así el desarrollo en el huésped humano. El esporozoito introducido en el torrente muscular humano sufre una serie de transformaciones hasta que invade el glóbulo rojo.

El *Plasmodium vivax* que es el que con mayor frecuencia ataca al Hombre tiene forma anular. Su invasión empalidece o anemiza el glóbulo rojo y de ahí que una de las características del paludismo sea la anemia. Después de cuarenta y ocho horas el eritrocito ha crecido hasta que se rompe y suelta los parásitos hijos que nadan en la corriente circulatoria cuando la hemoglobina del glóbulo rojo ha sido prácticamente consumida por el parásito que originó la ruptura. Cada uno de los parásitos hijos invade un glóbulo rojo y el ciclo se repite cada cuarenta y ocho horas, hasta que una cantidad grande de estos parásitos son destruidos por el bazo, el hígado y la médula ósea es decir, por los órganos principales del sistema linfático.

Esta última fase es asexual y continúa por varios días hasta que aparecen las formas sexuadas o gametocitos que son las formas infecciosas para los mosquitos pero que causan poco daño aparente al Hombre, y entra la enfermedad en un período de latencia para reiniciar el ciclo, a veces después de años sin que se sepa el motivo; el parásito se aloja en el bazo, en su período de reposo.

El *Plasmodium malariae* (pronúnciese malarie) ocasiona la fiebre cuartana en el hombre; requiere setenta y dos horas para el desarrollo completo de su ciclo asexual en los hematíes, y el parásito se presenta en forma de banda que cruza el eritrocito y anemiza menos el glóbulo rojo que el vivax. El *Plasmodium ovale* es muy escaso en el hombre. El más grave de todos es el paludismo pernicioso producido

LARVA OSCAR

por el *Plasmodium falciparum* que tiene forma de anillo de sello en el glóbulo y su gravedad depende de que las formas anulares tienden a conglomerarse en los capilares de todo el cuerpo donde experimentan un desarrollo extraordinario. Como ataca también los capilares del cerebro produce lesiones cerebrales graves que frecuentemente ocasionan la muerte en pocos días, muchas veces antes de hacer el diagnóstico de la enfermedad.

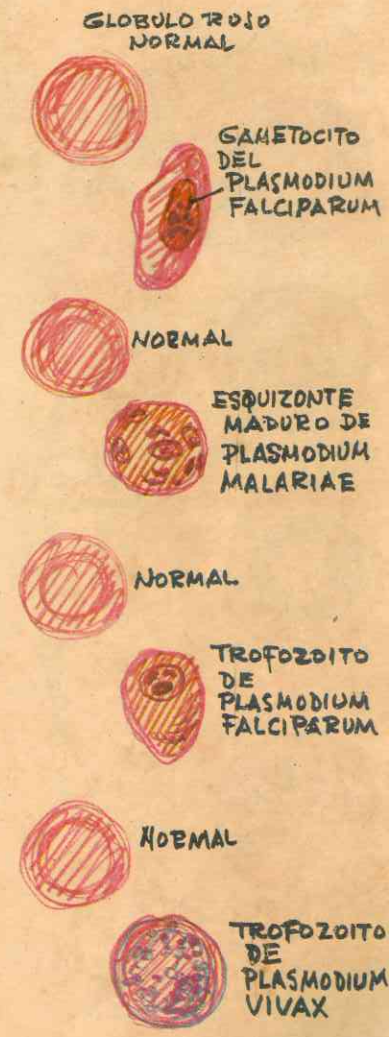
Fuera de las diferencias que hemos anotado en su evolución, la característica fundamental del paludismo es un calofrío que coincide con la ruptura de los parásitos hijos para ir a colonizar otros glóbulos; otra característica es una fiebre elevada, generalmente vespertina, de 40°C. que deja después una lasitud acompañada de un cierto dolor de espalda pero con sensación de bienestar, para reiniciarse al día siguiente por la tarde o a los dos días el ciclo de calofrío y de fiebre, según el plasmodio.

Habitualmente encontramos el falciparum en los climas muy calientes, lo mismo que el vivax, que es el más frecuente; en los climas de cultivo de café, el *Plasmodium malariae*. El ovale acompaña al vivax. La infección coincide con la biología del mosquito; en tiempos de lluvia se recogen aguas estancadas en donde el mosquito puede reproducirse para la invasión de paludismo en la zona.

Alguien dijo que Colombia exportaba con el café los glóbulos rojos de los campesinos, pues coincide el paludismo con el cultivo de nuestro principal producto de exportación por lo cual el Gobierno, a través del Ministerio de Salud, hace una intensa campaña antipalúdica. En la zona fronteriza con la colaboración del Gobierno de Venezuela, adelanta campañas importantes de erradicación de la malaria como se llama también el paludismo.

La prevención de la enfermedad se hace primeramente erradicando el mosquito, petrolizando los charcos más o menos grandes con una capa de petróleo superficial que mata las larvas, o desecando pantanos para evitar la reproducción del animal.

En segundo lugar se evita el paludismo limpiando las casas de mosquitos por medio de insecticidas y



EL PALUDISMO

durmiendo bajo *mosquiteros* en las zonas en que el paludismo es endémico, o sea permanente, pues el mosquito tiene vida nocturna. En tercer lugar se impide la difusión del paludismo controlando los casos humanos para evitar la transmisión de la enfermedad curando a los enfermos, pues el mosquito no puede infectar sino a partir de hombres que padecen la enfermedad; para esto, en las zonas palúdicas se da semanalmente una dosis de *antipalúdicos* que corta el círculo vicioso de la difusión del Plasmodium.

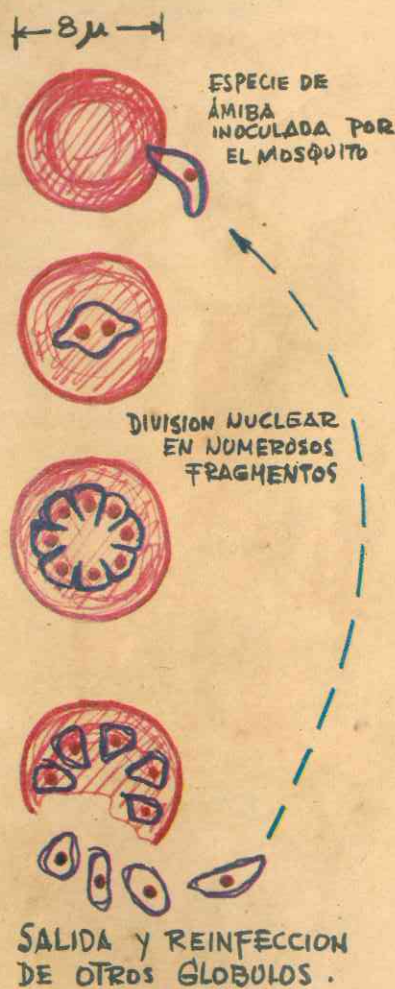
Finalmente, el tratamiento de la enfermedad se hace actualmente de manera muy sencilla por medio de poderosos antipalúdicos que curan al paciente en pocos días aunque después debe someterse a tratamiento antianémico debido al estado de debilidad en que lo deja la enfermedad.

Debemos recordar que la *quinina*, utilizada durante tres siglos para el tratamiento del paludismo, es de origen americano. Fue utilizada con fines semejantes por los indígenas precolombinos y su fórmula química es vecina a la de los actuales antipalúdicos de origen industrial. La planta que produce la quinina es la *quina* cuyo cultivo ha decaído casi por completo.

Podemos atribuir al paludismo la causa real de la pérdida de Panamá pues la casa francesa que debía abrir el canal a fines del siglo pasado inició trabajos en 1881 sin las precauciones suficientes y gran parte de los trabajadores franceses murieron de esta enfermedad en la zona. Este trastorno precipitó la quiebra de la casa francesa. Años después, en 1903, la no apertura del canal y otros factores políticos que se conjugaron, precipitaron la separación del Istmo.

RESUMEN

La circulación es movimiento de la sangre y de la linfa de los vasos: venas, corazón, arterias y capilares. Las venas son vasos con válvulas que favorecen el curso de la sangre de los tejidos hacia el corazón. Las principales venas son la vena aorta, la suprahepática, la cava inferior, la cava superior y las pulmonares. Las dos cavas vierten la sangre en la aurí-



HEMATOZOARIO DEL PALUDISMO

cula derecha. La vena coronaria recoge la sangre venosa del tejido muscular cardíaco.

Son enfermedades del sistema venoso las várices, las hemorroides y la tromboflebitis.

El corazón, vaso central del sistema circulatorio, tiene cuatro cavidades: dos aurículas superiores y dos ventrículos inferiores. Para impulsar la sangre, el corazón tiene dos movimientos: sístole o contracción, diástole o dilatación.

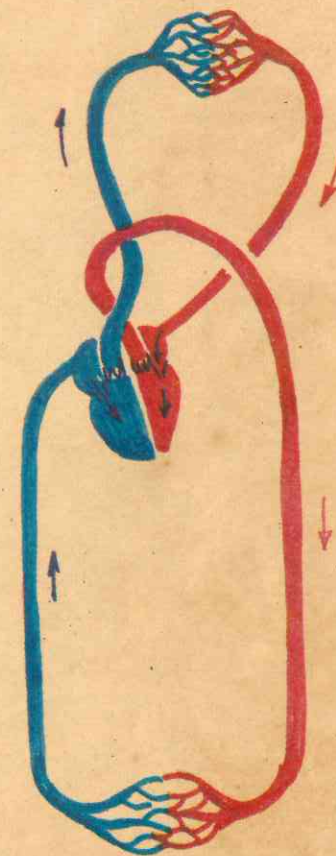
Al dilatarse las aurículas se llenan de sangre, procedente de todo el organismo, a través de las cavas a la aurícula derecha y procedente de los pulmones, a través de las venas pulmonares a la aurícula izquierda.

La contracción de las aurículas impulsa la sangre hacia los ventrículos que después de llenarse envían la sangre hacia los pulmones, el ventrículo derecho y hacia todo el organismo, por la arteria aorta, el ventrículo izquierdo.

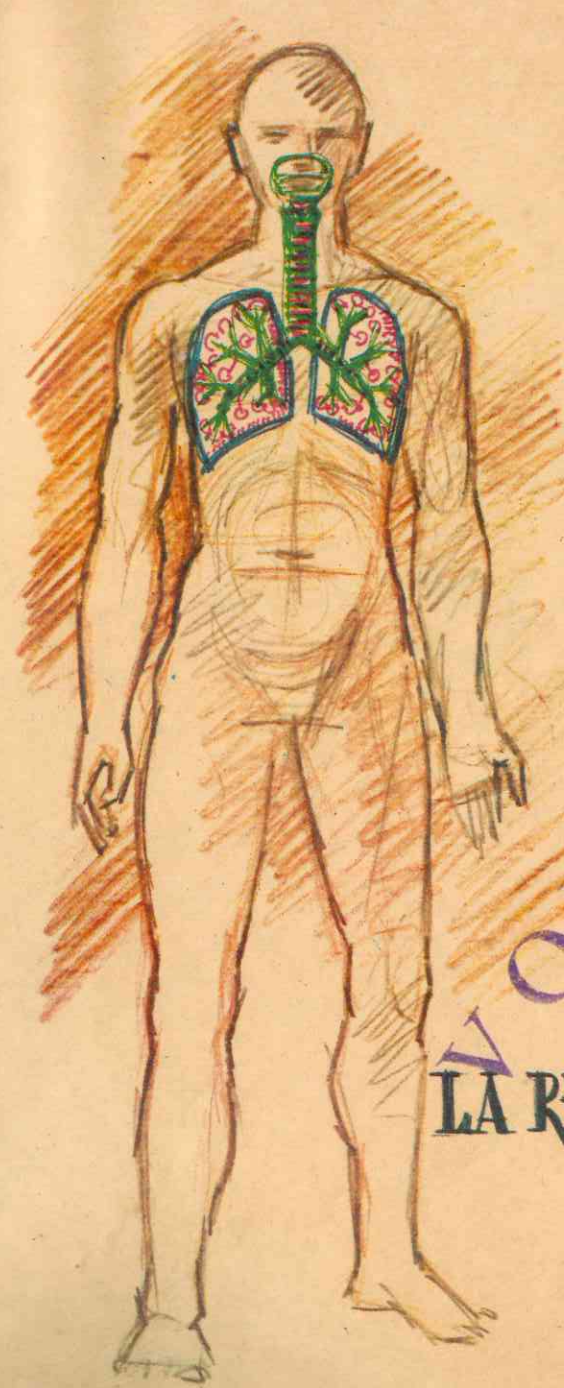
Las arterias son vasos musculosos, elásticos que llevan la sangre oxigenada arterial a todos los tejidos que requieren alimentos y oxígeno. Las principales arterias que transportan sangre arterial son ramificaciones de la aorta; la coronaria, el tronco braquiocefálico derecho, del cual se desprenden las carótidas derecha e izquierda y las subclavias que irrigan la cabeza y los miembros superiores, respectivamente.

De la aorta descendente se desprenden las arterias esofágicas, bronquiales, intercostales, tronco celiaco para estómago, vaso, hígado, riñones e intestinos. La aorta se divide luego en las ilíacas interna y externa para órganos pélvicos y extremidades inferiores, respectivamente.

Las arterias se continúan con los capilares, a través de los cuales circula lentamente la sangre; ello permite que los tejidos tomen de los glóbulos el oxígeno y les entreguen gas carbónico.



ESQUEMA CIRCULATORIO



LA VOLUNTAD
EJEMPLAR DE OBSEQUIO
LA RESPIRACION

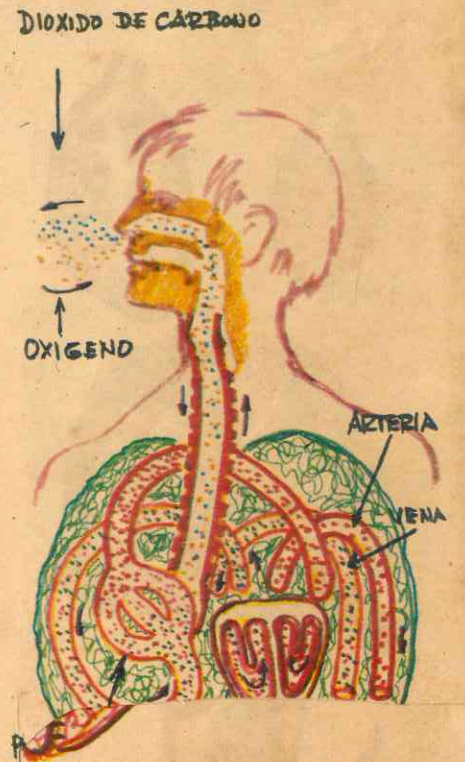
4. LA RESPIRACION

DEFINICION

La *respiración* es un proceso general de los seres vivos según el cual el vegetal y el animal toman del aire gases que necesitan para vivir. El vegetal a la luz del Sol, absorbe anhídrido carbónico y lo transforma en almidones, que constituyen su alimento básico, y oxígeno que va al aire. En la oscuridad el vegetal absorbe oxígeno, que le sirve también para nutrir sus tejidos y despidе anhídrido carbónico. Contrario a este doble ciclo, el animal aspira sólo oxígeno del aire y expele anhídrido carbónico, tanto a la luz del Sol como en la oscuridad.

En el hombre el aparato respiratorio es simplemente un auxiliar del circulatorio, pues la respiración propiamente dicha se hace en el interior de las células; a nivel de los pulmones es captado el aire del ambiente, pero se necesita que su oxígeno sea llevado por los glóbulos rojos a través de todo el cuerpo para que de los capilares, sea atraído por las células apertentes de dicho gas.

El aparato respiratorio del hombre se compone de los siguientes órganos: las *fosas nasales*, la *faringe*, la *laringe*, la *tráquea*, los *bronquios* y los *pulmones*.



ICOMEMA

PALEONTOLOGIA

A todo lo largo de la escala biológica hay respiración. Las plantas absorben anhídrido carbónico por medio de sus hojas y arrojan oxígeno. En el reino animal, inicialmente los protozoarios, esponjas, pólipos y gusanos toman oxígeno del ambiente; y siguiendo la línea de los invertebrados hay que llegar hasta los insectos para encontrar un sistema de respiración por medio de *tráqueas* o tubos que llevan el oxígeno hasta el interior de los tejidos.

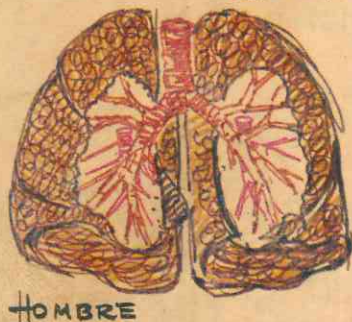
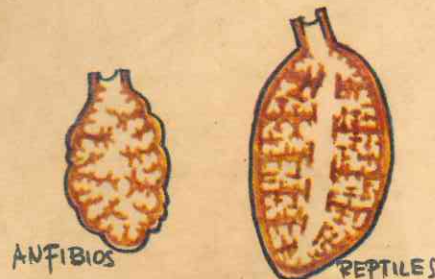
En los vertebrados se inició la respiración por medio de *branquias* que son unos filtros de agua a través de los cuales los peces y las formas larvianas de los batracios absorben oxígeno del agua. Ya en algunos peces evolucionados, en los batracios adultos, reptiles, aves y mamíferos se forman *pulmones* por medio de los cuales el oxígeno del aire es inyectado al glóbulo rojo.

Debemos observar, finalmente, que los vertebrados poseen cinco lóbulos pulmonares, como en el caso del Hombre. Aparentemente se debe a que el corazón se sitúa en el lado izquierdo y hay, entonces, tres lóbulos derechos y sólo dos izquierdos para dar cabida al corazón. Pero debemos considerar otra razón más profunda: se trata de un órgano pentalobular que coincide con la mayor parte de las plantas más evolucionadas cuyas hojas tienen cinco lóbulos.

LAS FOSAS NASALES

En la parte más alta del aparato respiratorio se encuentran las *fosas nasales*, dotadas de unos orificios externos por los cuales, en la *inspiración* o dilatación del pulmón este absorbe el aire del ambiente exterior. Esos orificios se abren a la *cavidad nasal*, que es una gran cámara situada encima de la boca y debajo del cerebro, en donde se sitúa el órgano del *olfato*, sentido por medio del cual percibimos los olores. Esta cámara está revestida por un epitelio mucoso parecido al que hemos encontrado a lo largo del tubo digestivo, cuyo oficio es secretar *mucus* o moco para proteger toda la cavidad.

Las fosas nasales están divididas por el *tabique nasal* formado por la lámina perpendicular del et-



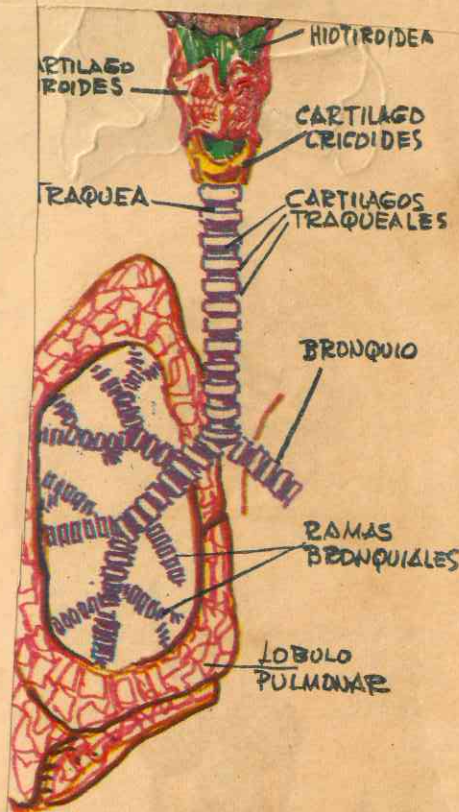
moides, el hueso *vómer* y una *lámina cartilaginosa* en la parte anterior. Arriba está la *lámina cribosa* del etmoides por donde salen las terminaciones del *nervio olfatorio* hacia las fosas nasales. Hacia atrás se encuentra el cuerpo del *esfenoides*; los *palatinos* y la porción horizontal de los *maxilares superiores* constituyen la cara inferior; por los lados están situados los *cornetes superior* y *medio*, y el *cornete inferior*. El resto de la zona respiratoria está llena de anfractuosidades para que al penetrar el aire se caliente en su recorrido hacia la tráquea y los bronquios, pues estos últimos órganos son muy sensibles al frío.

Para que una sustancia olorosa pueda impresionar las terminaciones del nervio olfativo en la superficie superior de las fosas nasales, se requiere que sea soluble en el moco nasal y que se establezca una corriente desde las fosas nasales hacia la faringe; observemos, por ejemplo, que al aspirar agua de colonia por la boca y arrojar el aire por la nariz, difícilmente percibimos su olor.

Muchos animales, como los perros y los gatos, tienen un aparato olfatorio extraordinariamente desarrollado que les sirve para juzgar lo favorable o desfavorable de los alimentos y para percibir, a veces a grandes distancias, la presencia de enemigos o de sus amos cuyos pasos pueden seguir aunque los separen muchos kilómetros de distancia; por medio del olfato también consiguen reconocer a un amigo o a un enemigo después de muchos años de no haber estado en contacto con ellos. Esto es lo que se llama *memoria olfativa*.

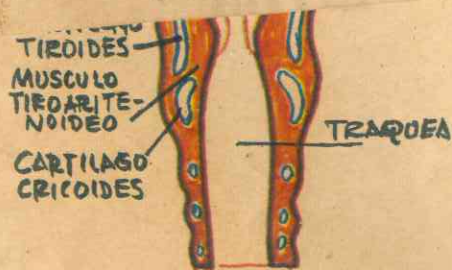
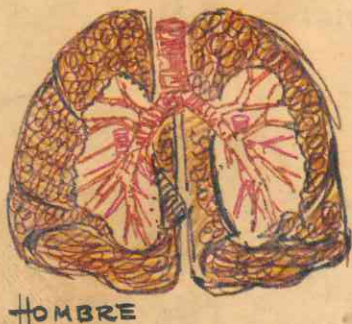
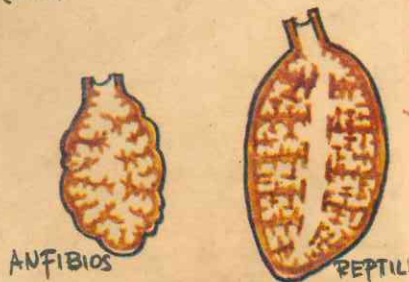
En las paredes de las fosas nasales hay varias aberturas parecidas a las que comunicadas con los *senos de la cara* que son cavidades y sirven para calentar el aire inspirado y disminuir el peso de la cabeza. Los senos de la cara están localizados en los dos maxilares y en los dos frontales: los primeros desembocan en las paredes laterales de las fosas y los segundos en las superiores. Cuando estos senos se inflaman por estados gripales, se tapa el conducto de salida y se produce la *sinusitis* que es muy dolorosa.

También desembocan en las fosas nasales los *conductos lacrimales*; las *lágrimas* son secretadas perma-



ESQUEMA

RESPIRACION CUTANEA
(PORIFEROS, CELENTEREOS, PLATELMINI)



LARINGE

mentemente por unas glándulas situadas en los ángulos externos de los ojos, mantienen húmeda la superficie ocular y escurren de continuo por el ángulo interno para afluir a las mencionadas fosas. Cerca de la entrada de los conductos nasales existen otras dos aberturas, una a cada lado, las cuales conducen a las trompas de *Eustaquio* que van al oído. De ellas hablaremos en su oportunidad.

Debemos respirar siempre por la nariz y no por la boca pues ya sabemos que las anfractuosidades nasales calientan el aire y, además, lo liberan de impurezas, servicios que no nos presta la boca. Caminar y trepar montañas son deportes muy beneficiosos para desarrollar el sistema respiratorio; hoy se practican poco pues día a día nos acostumbramos más a utilizar vehículos de transporte. Mejor aún es la natación, en especial debajo del agua, pues aumenta la capacidad de los pulmones para almacenar aire.

LA FARINGE

Detrás de las fosas nasales, hacia abajo, está la *faringe* en donde se entrecruzan los conductos digestivo y respiratorio. El alimento pasa de la faringe al esófago cuando se cierra la *epiglotis*, lengüeta de tejido cartilaginoso, que tapa la laringe para evitar que el alimento se vaya al aparato respiratorio. La *epiglotis* tiene forma triangular y está abierta cuando respiramos para dar paso al aire por la laringe.

LA LARINGE

La *laringe* es como un embudo superior de la tráquea por donde se recibe el aire respirado. Está situada delante de la faringe y la forma varios *cartilagos*, uno de los cuales, el *tiroides*, es más pronunciado en el varón y constituye la *nuez*, exteriormente visible. F- ge se hallan las *cuerdas vocales* que son unos pliegues de epitelio que vibran al pasar el aire por ellas, y producen sonidos los cuales son regulados por el sistema nervioso y constituyen el *lenguaje articulado* propio del Hombre. Debemos advertir que hay animales como los loros que pronuncian algunas palabras imitando el lenguaje humano, por la configuración de la laringe que les permite estas manifestaciones, pero están muy lejos de

tener la riqueza, variedad y capacidad de significado que tiene para el Hombre.

LA TRAQUEA Y LOS BRONQUIOS

La *tráquea* es un tubo cilíndrico que continúa la laringe desde la región anterior del cuello y desciende verticalmente por delante del esófago en un recorrido de más o menos quince centímetros; su diámetro es de un centímetro o centímetro y medio. Está formada por anillos cartilagosos sucesivos unidos uno a otro por fibras elásticas; los anillos mantienen la tráquea permanentemente abierta, lo contrario del esófago que es cerrado y sólo se abre para el paso de los alimentos.

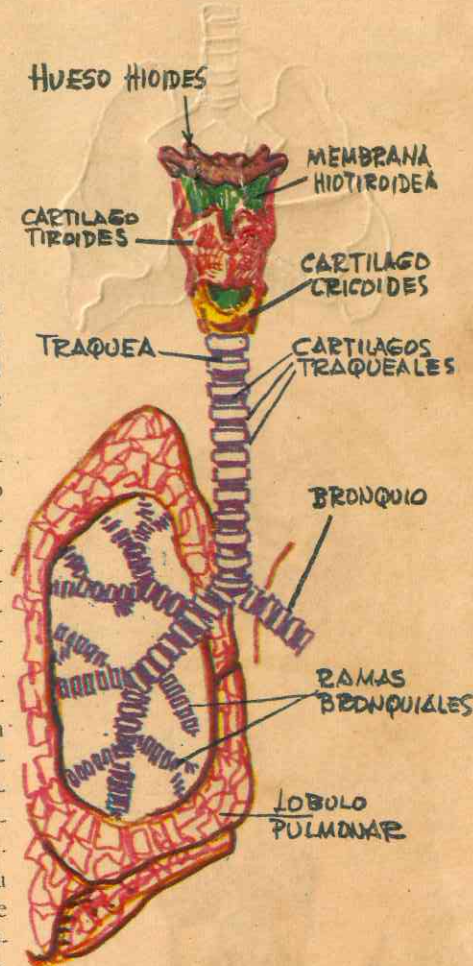
Hacia una tercera parte del tórax la tráquea se bifurca en dos tubos llamados *bronquios*, de diámetro más pequeño que el de la tráquea pero con igual estructura, que van, respectivamente, al pulmón derecho y al izquierdo en un recorrido de unos tres centímetros. Cada bronquio se divide en varios bronquios primarios y estos en secundarios que se ramifican para llegar a las intimidades del pulmón.

La tráquea y los bronquios tienen una *capa interna* de epitelio en la luz del tubo, una *intermedia* con anillos cartilagosos y fibras musculares, y otra *externa* de tejido fibroso. El epitelio secreta el *mucus* y posee *células ciliadas* o de pestañas vibrátiles que se mueven constantemente en una sola dirección, hacia afuera, es decir, desde el interior de los bronquios hacia las fosas nasales para determinar una corriente que arroja al exterior todas las partículas extrañas y nocivas para el aparato circulatorio, como polvo y bacterias, siendo este proceso un importante factor de defensa del organismo.

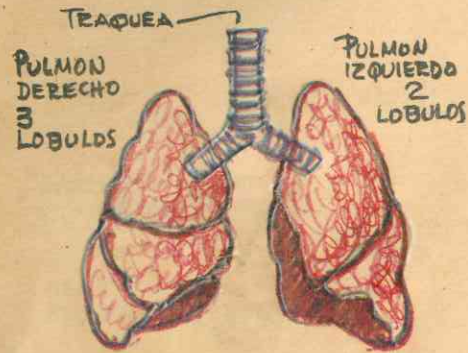
LOS PULMONES

Los *pulmones* son como dos grandes fuelles que llenan el tórax con excepción del espacio ocupado por el corazón, órgano al cual recubren casi en su totalidad. Están formados por una masa esponjosa llena de numerosas cavidades o *alvéolos* destinados a recibir el aire.

El pulmón derecho posee tres *lóbulos* y el izquierdo dos, pero ambos tienen su base sobre el diafrag-



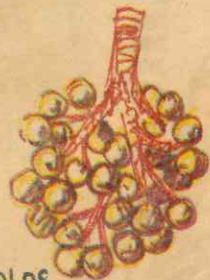
ESQUEMA DEL APARATO RESPIRATORIO



ma y sus vértices llegan casi hasta el cuello. La forma es irregular y característica.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Si repetimos la experiencia del capítulo anterior discando un conejo, en la caja torácica observamos la entrada de los *grandes bronquios* a cada uno de los *pulmones*, y los *lóbulos pulmonares*, tres a la derecha y dos a la izquierda. Al tomar entre nuestros dedos los pulmones palpamos su consistencia esponjosa característica por el contenido del aire de los alvéolos; la superficie, como de mosaico, corresponde a los *lobulillos pulmonares* los cuales tienen divisiones más pequeñas que constituyen los *alvéolos* del pulmón en donde se hace el intercambio de gases.



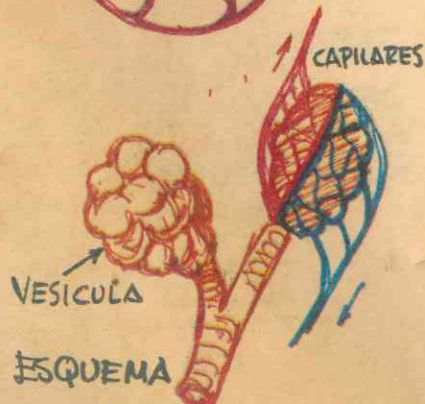
ALVEOLOS DE UNA VESICULA PULMONAR

Recubre el pulmón una membrana serosa que está más o menos adherida a él; la caja torácica también está recubierta por otra membrana de igual característica y a las dos se les llama las *pleuras*: *visceral* la primera y *parietal* la segunda. Estas pleuras son unas bolsas cerradas herméticamente que mediante un líquido seroso producido por ellas mismas mantienen normalmente húmeda su superficie, para facilitar el deslizamiento de los pulmones en ellas. Cuando sobrevienen enfermedades de las pleuras, se producen inflamaciones llamadas *pleuresías* que ocasionan secreción abundante del líquido seroso.



Fisiología pulmonar. — Los bronquios se van ramificando hasta llegar a la periferia del tejido pulmonar en donde se forman los *bronquiolos* los cuales desembocan en los *alvéolos* pulmonares que son unos saquillos constituidos por un epitelio sin cartilago. En estas cavidades se hace el intercambio de gases. Por las paredes del alvéolo pasan los vasos capilares del sistema arteriovenoso por los que se deslizan, uno a uno, los glóbulos rojos en la forma que vimos en el capítulo anterior, en la experiencia del peritoneo de la rana. La presión que ejercen los pulmones sobre el aire inspirado hace que el oxígeno penetre en el glóbulo por el epitelio alveolar; en la *expiración*, glóbulos procedentes de los diversos tejidos del organismo liberan el anhídrido carbónico que atraviesa la pared alveolar y sale al exterior por el sistema bronquial.

A nivel alveolar se elimina también vapor de agua procedente de la circulación y gases como el alcohol

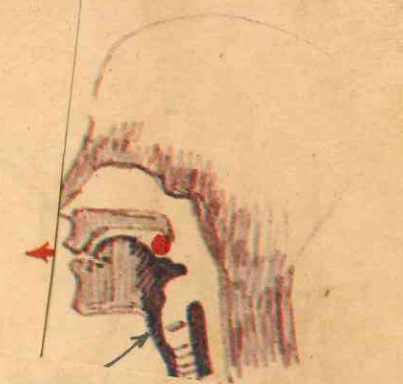


que proceden de la digestión o drogas inhaladas como éter o cloroformo.

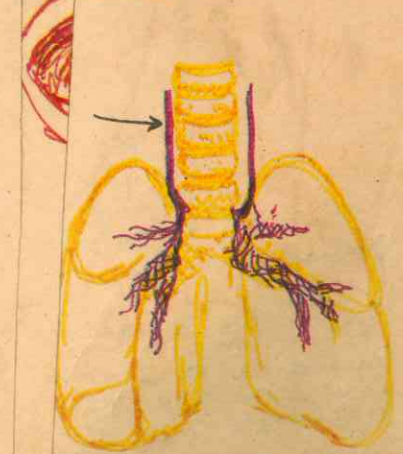
Debemos tener en cuenta que este proceso por el cual los glóbulos rojos reciben oxígeno en los pulmones para llevarlo al resto del organismo, no es sólo un fenómeno puramente físico, de presión en uno u otro sentido, sino un hecho principalmente biológico producido por unas *enzimas* o fermentos parecidas a las que hacen la digestión en la boca, el estómago y el intestino. En este caso las enzimas sirven para facilitar y acelerar el paso del oxígeno hacia el glóbulo rojo en los pulmones y el del cambio del oxígeno por anhídrido carbónico en los capilares que irrigan los tejidos.

Anotamos aquí el efecto del *cianuro de potasio* que paraliza estas enzimas de donde resulta ser el veneno más poderoso de que se dispone en la actualidad, pues a los pocos minutos de ser ingerido causa la muerte por asfixia: las células se ahogan en su mismo anhídrido carbónico y no pueden cambiarlo por el oxígeno que necesitan. De ahí que el cadáver de los intoxicados con cianuro se ponga negro, característica exterior de los muertos por asfixia. El *ácido cianhídrico* que se desprende del cianuro de potasio, al contacto con el ácido clorhídrico del estómago, produce este envenenamiento que se utiliza en la *cámara del gas* de los condenados a muerte. Al ponerse en contacto una tableta de cianuro de potasio con unas gotas de ácido clorhídrico se produce el ácido cianhídrico en la cámara. El condenado a muerte aspira dos o tres veces y queda muerto.

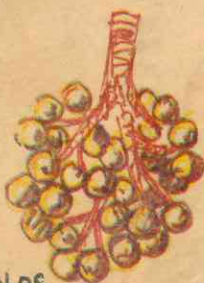
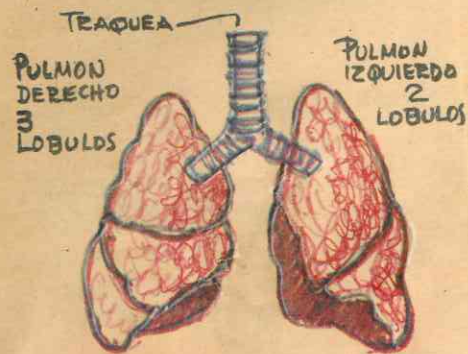
Capacidad vital. — La cantidad de aire que se pone en movimiento en cada inspiración o expiración normal es aproximadamente de 500 centímetros cúbicos; normalmente el hombre hace de doce a diez y seis respiraciones por minuto. Cuando hemos terminado una expiración normal podemos hacer una expiración forzada, voluntaria, con la que arrojamos 1500 centímetros más; después de esta, todavía queda en la tráquea, en los bronquios y en los alvéolos pulmonares cerca de un litro de aire que no puede ser expelido. Durante la respiración normal hay por lo tanto unos 2500 centímetros cúbicos de aire que se mezclan con los 500 que se inspiran en cada movi-



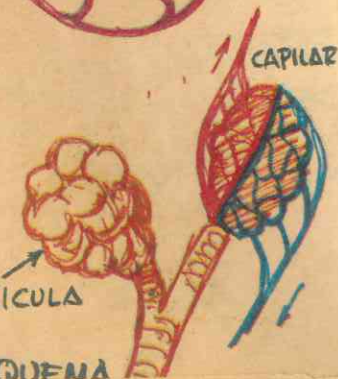
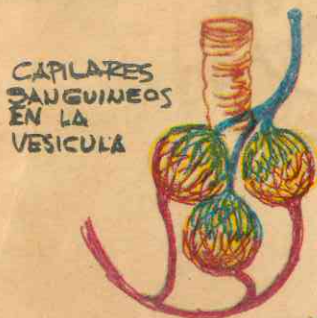
ACCIONES RITMICAS DE LA LENGUA PARA LA ESPERACION ARTIFICIAL



RUIOS NEUMOGASTRICOS



ALVEOLOS DE UNA VESICULA PULMONAR



miento respiratorio. Después de una inspiración normal es posible, por medio de una segunda inspiración profunda y también forzada, introducir cerca de 3.000 centímetros cúbicos de aire en el aparato respiratorio. Cuando se hace ejercicio puede haber un movimiento hasta de cinco litros de aire inspirado y expirado en cada respiración, pero en estos casos lo que aumenta es la frecuencia respiratoria o número de respiraciones por minuto. Los atletas y las personas que practican ejercicio físico muy fuerte aumentan su *capacidad vital*, es decir, la cantidad de aire que puede introducir un individuo en su organismo con inspiraciones forzadas.

En los movimientos inspiratorios normales, de los 500 centímetros cúbicos que introducimos al aparato circulatorio sólo unos 350 entran en contacto con los alvéolos pulmonares; los 150 restantes permanecen en la tráquea y los bronquios, y son los primeros que se expulsan en el siguiente movimiento expiratorio.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Introducimos una bomba de caucho en una vasija de vidrio sin fondo, con el pitillo ligado y ajustado con un tapón a la boca del recipiente de vidrio. Tapamos el fondo del recipiente con una membrana de caucho ajustada y le adherimos una cuerda. Al centro de su superficie exterior. La bomba ligeramente inflada, debe estar libre dentro de la vasija.

Si halamos de la cuerda exterior para aumentar en el interior la capacidad de la vasija, vemos cómo se expande la bomba que está adentro; al soltar la membrana vuelve la bomba a su estado normal. Si en vez de halar presionamos la membrana para disminuir la capacidad de la vasija, la bomba se comprime. Esto nos explica la mecánica respiratoria: los pulmones incluidos dentro de la cavidad plural, que es una cavidad cerrada herméticamente, siguen al diafragma y a la reja costal en su expansión, dilatándose cuando se inyectan aire en ellos, y se comprimen cuando el diafragma y los músculos costales disminuyen la capacidad torácica porque se reduce el espacio pleural.

Fisiología respiratoria. — La *composición del aire* es aproximadamente la siguiente: 79% de nitrógeno, gas inerte porque no interviene para nada en el proceso respiratorio; 20% de oxígeno, 0,04% de anhídri-

do carbónico, y el resto de vapor de agua. El aire expirado contiene, más o menos 13% de oxígeno y un 5% de anhídrido carbónico.

Fundamentalmente la *asfixia* se produce cuando hay una interrupción en el suministro de oxígeno a las células que lo necesitan; pero cuando se debe a falta de oxígeno en los pulmones hay sensación de *ahogamiento* o dificultad para respirar, a lo cual también llamamos asfixia. Esta dificultad puede deberse simplemente a un aumento de vapor de agua en la habitación en donde estamos o en las zonas muy húmedas de las tierras calientes, y produce incomodidad; pero no es perjudicial para la salud pues en realidad el contenido de oxígeno atmosférico y su aporte a los pulmones es suficiente.

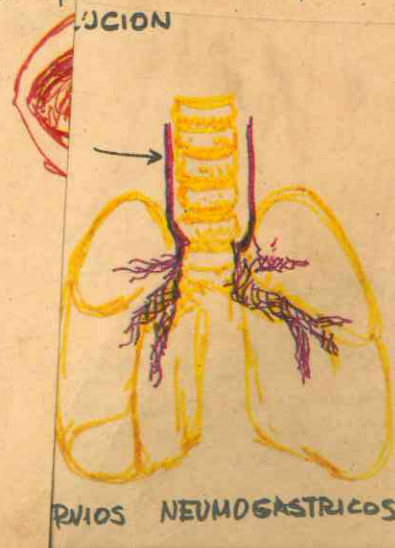
El *ahogamiento* puede ser inmediato como en el caso de descargas eléctricas fuertes que paralizan la respiración y provocan la muerte súbita, pero esta muerte no se debe a falta de oxígeno sino a la descarga misma que paraliza el corazón. El ahogamiento dentro del agua no ocasiona la muerte inmediata porque hay unos pocos minutos de diferencia entre el momento en que se suspende la entrada del aire y la pérdida del conocimiento; después de ese tiempo la falta de oxígeno en el cerebro causa daños irreparables en la célula nerviosa.

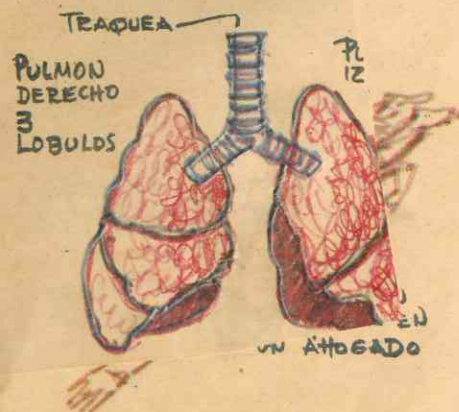
Respiración artificial. — En casos de asfixia debe procederse lo más rápidamente posible a efectuar la *respiración artificial* por tracciones rítmicas de la lengua o por movimientos rítmicos de la caja torácica. Para producir la respiración artificial por intermedio de la lengua, se agarra esta con un pañuelo y se hala rítmicamente hacia afuera a una frecuencia aproximada de doce tracciones por minuto. Este mecanismo se utiliza con los estrangulados, ahorcados y electrocutados.

La respiración artificial en un *ahogado* en el agua se practica de la manera siguiente: se le aflojan los botones con el fin de facilitar los movimientos respiratorios y se le hace vomitar el agua que haya tomado, poniendo su cabeza un poco más baja que el resto del cuerpo, y presionando el abdomen como introduciendo la mano a través de él hacia el pulmón. Luego, rápidamente se le pone boca abajo con el abdomen sobre una almohada y con la cara hacia un



TRACCIONES RITMICAS DE LA LENGUA PARA LA RESPIRACION ARTIFICIAL





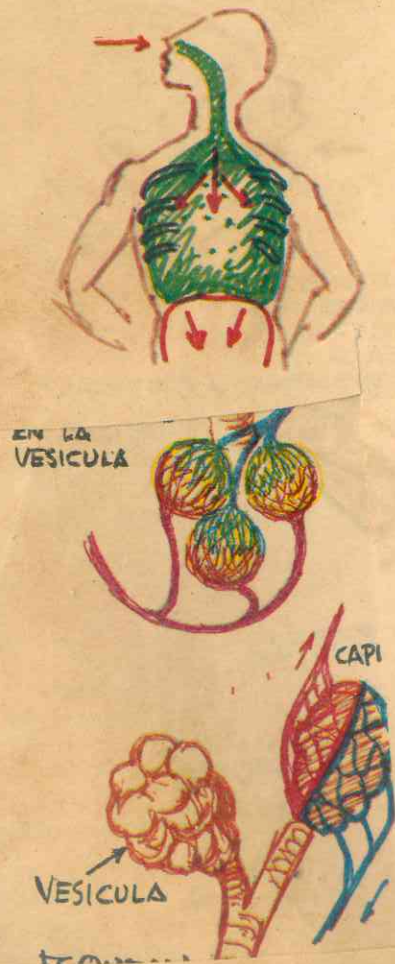
lado y los brazos hacia arriba, y se le presiona la espalda. Se repite este acto de presión unas doce veces por minuto hasta que el paciente respire normalmente. Se debe continuar el tratamiento por lo menos durante una hora aunque el ahogado esté aparentemente muerto: el aire que inyectamos al pulmón con estos movimientos rítmicos es suficiente para mantener la vida. Tengamos en cuenta que con aumentar la frecuencia de los movimientos no vamos a mejorar la situación.

PRACTICA

Debemos practicar inspiraciones y expiraciones profundas, frente a una ventana, con el objeto de aprender a respirar, y acostumbrarnos a hacerlo por la mañana, por la noche y durante el día cuando lo recordemos. Si estamos preocupados o algún trabajo intelectual nos resulta difícil, debemos dedicar unos minutos a hacer inspiraciones profundas lo cual, a veces, es suficiente para resolver problemas cuya solución no habíamos encontrado.

También debemos evitar los vestidos estrechos y desconfiar del aire viciado, especialmente donde se fuma mucho. Está demostrado que cuando se fuma en una habitación insuficientemente ventilada, los daños causados por el humo del cigarrillo se manifiestan tanto en los fumadores como en los que no fuman.

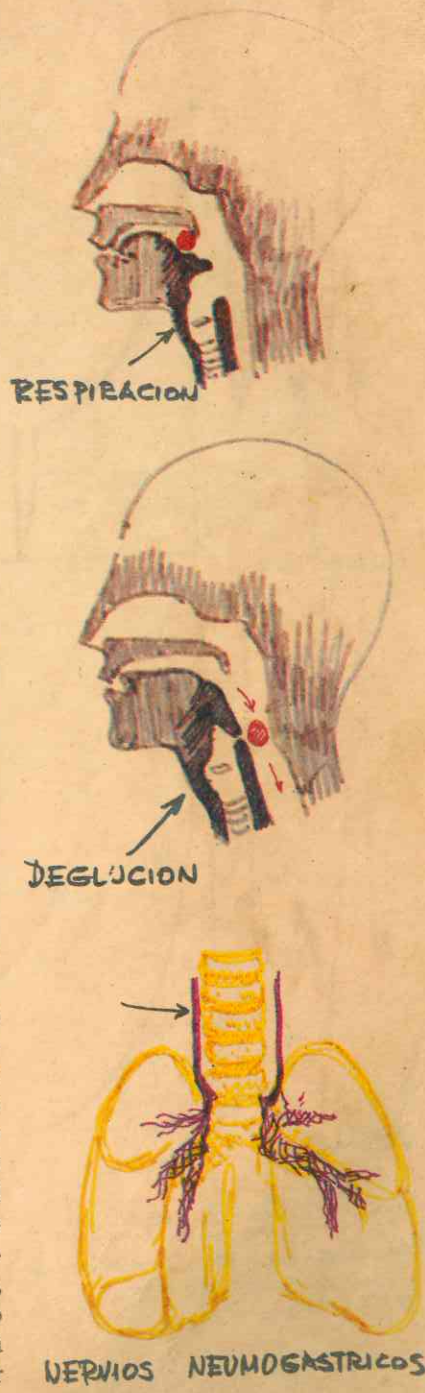
Mecanismo de la respiración. — Fácilmente nos damos cuenta que el mecanismo de dilatarse y contraerse el fuelle torácico es en parte *automático*, como lo observamos en cualquier persona dormida, y en parte *voluntario* pues podemos detener la respiración o hacerla más rápida o más lenta, a voluntad. Este movimiento respiratorio se debe principalmente al *diafragma* que es el músculo que separa el tórax del abdomen el cual, al contraerse, baja su nivel haciendo un *vacío pleural* que trata de llegar a los pulmones, hay dilatación pulmonar y se produce la *inspiración*; al distenderse el diafragma hacia arriba, el pulmón se contrae y hay *expiración*. También ayudan los *músculos intercostales*: entre costilla y costilla hay músculos que, al contraerse simultáneamente amplían la cavidad torácica. De esto deducimos que el



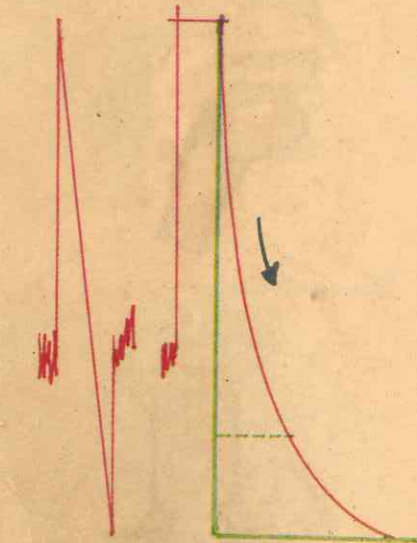
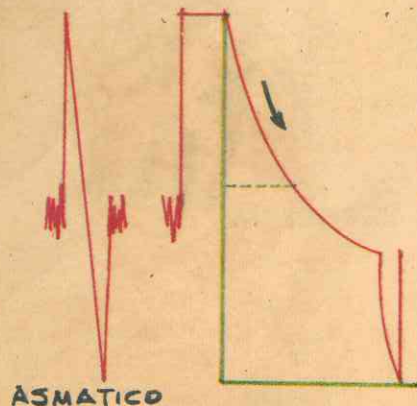
movimiento inspiratorio es un movimiento predominantemente activo y el expiratorio o de expulsión de gases es un movimiento principalmente pasivo, aunque uno y otro pueden ser influidos por la voluntad.

¿Cómo se verifica el movimiento respiratorio? Tratándose de una función vital tan importante nos llama la atención que pueda ser influido por la voluntad, cuando hemos visto que gran parte del movimiento del aparato digestivo y del aparato circulatorio son involuntarios; no los podemos modificar a voluntad. Si meditamos un poco nos damos cuenta de la razón: el aparato circulatorio es un sistema cerrado a donde no penetran sino elementos preparados y seleccionados por la pared intestinal, los pulmones y los capilares; y el aparato digestivo, aunque sus movimientos son involuntarios a partir del esófago, tiene unas fuertes barreras que son los labios y las arcadas dentarias que no nos permiten digerir sino lo que comemos y mascamos voluntariamente; aún teniendo algo en la boca podemos no tragarlo. En cambio, estando las fosas nasales, la tráquea y los bronquios permanentemente abiertos, sin que podamos cerrarlos, tendríamos que absorber todo el gas del ambiente si no contáramos con un mecanismo para impedirlo. Esta defensa no podría ser una tapa pues ocasionaría peligros inminentes, por ejemplo durante el sueño, sino que es simplemente un mecanismo que detiene la respiración en cualquier momento cuando creemos que podría penetrar en nuestro aparato respiratorio un elemento nauseabundo, tóxico o irritante.

Origen del movimiento respiratorio. — ¿Cómo se desarrolla este mecanismo? Sin duda existe un "gradiente" que va desde la tráquea hasta los bronquios inferiores y los alvéolos. Entre cartílago y cartílago de la tráquea y entre cartílago y cartílago de todos los bronquios hay un sistema de fibras elásticas que se contraen y dilatarse contribuyen a mantener el movimiento respiratorio. El gradiente va, en su orden, desde la tráquea, los bronquios mayores, los intermedios y los pequeños hasta llegar a los alvéolos, pero es mucho menor que en el aparato respiratorio y en el circulatorio. Aquí la influencia del sistema nervioso es mayor. Efectivamente, hasta el interior de los pulmones, a lado y lado, llegan unos nervios



procedentes del cerebro llamados nervios vagos o *neumogástricos* que tienen el siguiente mecanismo: cuando estamos en *apnea* o expiración profunda, es decir, cuando el diafragma, los músculos intercostales y las fibras elásticas interbronquiales están distendidas y, por tanto, el sistema respiratorio esta en pleno reposo, viene una excitación nerviosa producida por el anhídrido carbónico en el sistema nervioso que determina la contracción de todo este sistema, y se pone en movimiento la *inspiración* hasta la total dilatación pulmonar. Cuando esto ocurre, se inhiben el vago y todos los nervios que influyen en el sistema, como el nervio espinal que inerva el diafragma y los nervios de los músculos intercostales; es decir, desaparece la excitación y el diafragma y los músculos intercostales comienzan la distensión y llevan el pulmón hacia su contracción o reposo total.



CURVAS DE EXPIRACION
 PROLONGADA EN EL ASMÁTICO
 Y CON CAPACIDAD VITAL
 REDUCIDA.

Si cortamos los nervios espinales en un animal de experimentación se paraliza el diafragma, y aunque la respiración continúa es menos fuerte, menos activa, menos intensa. Al destruirse los nervios intercostales, lo que sucede en la *parálisis infantil*, hay parálisis del sistema respiratorio y los afectados se ven obligados en muchos casos a utilizar el *pulmón de acero* que desempeña el oficio de reja costal en un proceso de dilatación y compresión del tórax. Si se seccionan los vagos que inervan directamente los pulmones, la respiración se hace más profunda; es decir, se inyecta más aire al pulmón y se expele más aire de él, pero es más lenta.

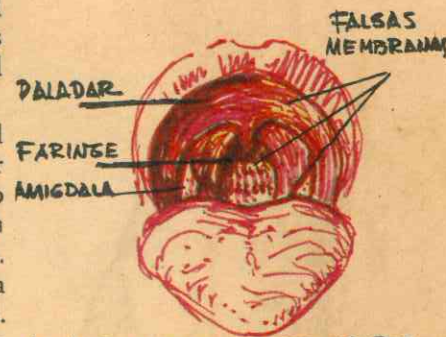
Enfermedades del aparato respiratorio. — La enfermedad más común de la parte alta del aparato respiratorio o sea de las fosas nasales, la laringe y a veces la *tráquea*, es el *resfriado común* que es una inflamación de estos órganos provocada por un virus contra el cual no hay vacunas ni manera de prevenirlo; es una afección muy contagiosa y difundida pero que generalmente no reviste gravedad. Tiene como característica el *estornudo* y a veces se afectan las cuerdas vocales y la persona no puede hablar sino con *voz cuchicheada* pues las membranas no vibran por estar inflamadas; en ocasiones se produce una *tos espasmódica* por inflamación de la tráquea. El resfriado es una enfermedad febril que requiere un poco de abrigo para evitar los enfriamientos, pues si-

multáneamente con los trastornos que hemos descrito puede sobrevenir una sinusitis que ocasiona molestias prolongadas a veces por mucho tiempo. El resfriado se transmite de persona a persona por las goticas de saliva que al hablar se proyectán sobre el interlocutor.

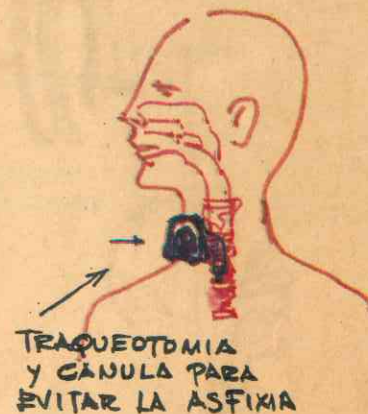
La *tos* se produce por contracciones violentas del diafragma y los músculos intercostales para arrojar de un solo golpe, del interior de los bronquios o bronquiolos, restos mucosos o cuerpos extraños a través de la laringe, la boca y las fosas nasales. El *estornudo* es el mismo fenómeno y sirve para arrojar cuerpos extraños de las vías respiratorias altas.

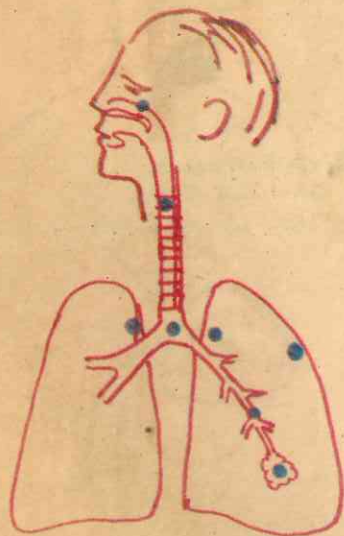
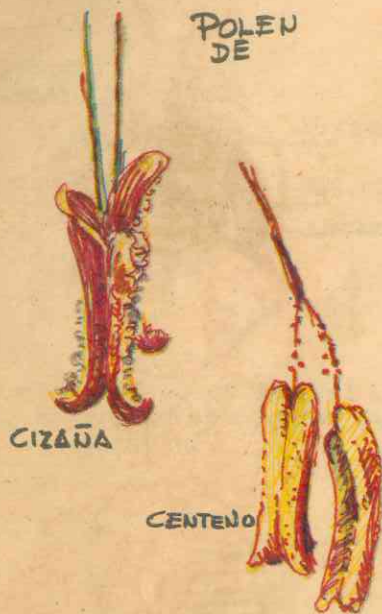
La enfermedad más grave de las vías respiratorias altas es la *difteria*, producida por el *bacilo de Loeffler*, que se localiza en las mucosas, en especial de la faringe y las fosas nasales. La transmisión de la enfermedad se hace también de persona a persona por medio de goticas de saliva. La difteria entre nosotros es un poco menos frecuente y menos grave que en la zona templada como Europa y los Estados Unidos pues, en general, todos los virus y la mayor parte de las bacterias son menos activos en la zona tropical por ser muy soleada. Esto se debe a que la mayor parte de los parasitismos producidos por virus y bacterias, se desarrollaron en el Hombre en temprana edad, en el Paleolítico cuando las condiciones de temperatura en la Tierra eran muy frías; estos virus y algunas bacterias son, por tanto, parásitos de zonas frías más que de los trópicos. De ahí la *fiebre* que es un mecanismo de defensa del organismo, por medio del cual, al subir la temperatura se hace impropio el medio orgánico para la existencia de los virus o de las bacterias. Todas las culturas de la antigüedad florecieron en climas benignos, tropicales o subtropicales, hasta que apareció el paludismo y las arrasó.

Contra la difteria hay vacunas preventivas que se aplican a los niños, por lo general antes de ingresar a la escuela, alrededor de los seis años, cuando van a ponerse en contacto con compañeros con quienes pueden transmitirse la enfermedad. Cuando se desarrolla la enfermedad se combate con *suero antidiftérico* que se prepara inyectando bacterias diftéricas a caballos, cuyos organismos generan sustancias que actúan como defensas contra el germen; el suero de



LA LARINGE SE OBSTRUYE POR LAS FALSAS MEMBRANAS EN LA DIFTERIA





LUGARES DE FIJACION DEL POLVO EN LOS CASOS DE SILICOSIS

estos caballos se inyecta a la persona que padece la enfermedad para defenderla de ella. Finalmente los antibióticos, de manera especial la penicilina, ejercen también influencia contra el bacilo diftérico y contribuyen a controlar la enfermedad. La difteria localizada habitualmente en la faringe, en zona amigdalina, se presenta como un moteado que, en cuanto tratamos de limpiarlo, sangra y es muy doloroso. Cuando invade la mucosa respiratoria a nivel de la laringe se produce lo que se llama *crup*, mucho más grave porque el bacilo forma unas membranas que obstruyen el conducto respiratorio y puede sobrevenir la muerte en pocos minutos. Cuando durante el *crup* o *laringitis diftérica* la persona se está asfixiando, el único tratamiento inmediato es perforar la piel y la tráquea entre dos cartílagos traqueales situados en el espacio que hay entre la nuez y la base del cuello, lo cual puede efectuarse con una navaja o con cualquier instrumento cortante. Así se establece la respiración a través del orificio mientras obran el suero y los antibióticos cuyo efecto es tardío. Aún no siendo médicos, debemos practicar esta operación llamada *traqueotomía*, a cualquier persona que a causa de esta enfermedad se esté ahogando, pues no hay otra posibilidad de salvación.

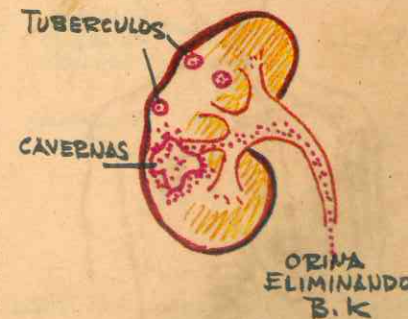
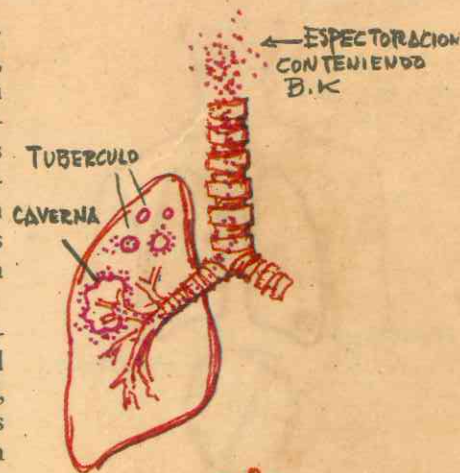
Una afección de la mecánica respiratoria es el *asma bronquial* o disnea respiratoria: consiste en la dificultad que tiene el paciente para arrojar el aire de los pulmones: el individuo puede absorber aire, pero le cuesta mucho trabajo arrojar el contenido bronquial. Esta afección es debida a causas múltiples y de tratamiento médico a veces complicado. Es hereditaria en el sentido que se hereda la propensión a contraer la enfermedad e influye sobre ella el sistema nervioso, pues los estados de preocupación o angustia provocan o aceleran la afección. En muchos casos el asma puede ser un fenómeno alérgico. Entendemos por *alergia* una reacción anormal de defensa del organismo ante un estímulo; y decimos que es anormal porque la afección es a veces menos grave que los mecanismos de defensa.

Hay un trastorno del funcionamiento pulmonar debido a la absorción de partículas de polvo o de otros elementos que, al ingresar en el pulmón dañan los alvéolos y el conducto bronquial y perjudican la

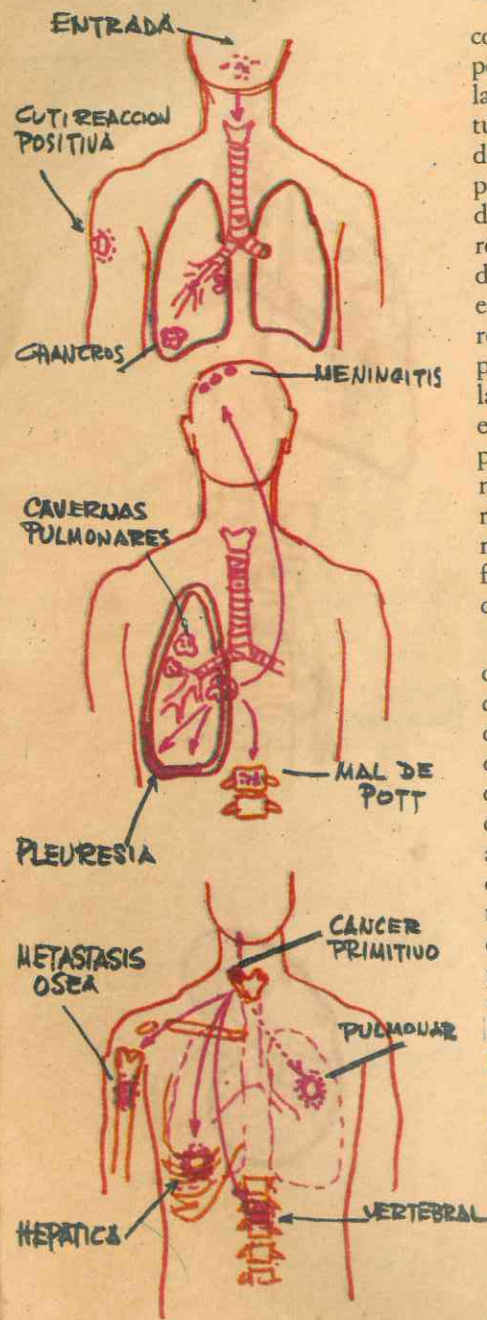
mecánica respiratoria. Este trastorno se llama *neumoconiosis* y es muy común en mineros, canteros, pintores y obreros textiles. No hay tratamiento para la *neumoconiosis* y la única solución es evitar el trastorno utilizando mascarillas dotadas de unas telas que dejen penetrar el aire, pero que retengan las partículas sólidas; estas mascarillas se colocan sobre la boca y la nariz. Su uso es obligatorio, en las fábricas de hilados y en las canteras, pero esta ley casi nunca se cumple.

La afección más temida de las que atacan el sistema respiratorio es la *tuberculosis* producida por el *bacilo de Koch*, que provoca la infección del pulmón, destrucción de algunas de sus zonas y perforaciones llamadas *cavernas* en los lugares en donde proliferan los bacilos. La *tuberculosis* ha atacado al Hombre a través de toda su evolución, y es después del paludismo la que más ha perjudicado la especie. Afortunadamente el organismo tiene más defensas contra el bacilo tuberculoso que contra el plasmodio, pues se crean defensas que, al menos, circunscriben la enfermedad; si las condiciones sanitarias son favorables hay curación espontánea de ella. A veces la enfermedad continúa latente y en algunas ocasiones determina un trastorno permanente aunque discreto; otras se difunde a través del organismo causando rápidamente la muerte. Contra la *tuberculosis* se lucha hoy con efectividad por medio de la cirugía extrayendo las zonas afectadas, y especialmente con antibióticos. La *peste blanca*, así se llama esta enfermedad, ha dejado de ser tan temida como en el siglo pasado y principios de este.

La *tuberculosis* se presenta en personas desnutridas y de bajo nivel de vida. Es relativamente contagiosa sobre todo para los niños cuando conviven con enfermos que al toser lanzan gotitas de saliva y restos bronquiales en donde viajan los bacilos que van a colonizar los pulmones infantiles. La prevención de la *tuberculosis* se hace actualmente practicando con frecuencia radiografías pulmonares en escuelas y en fábricas, y a los individuos que van a desempeñar cualquier cargo. Desde principios de este siglo se utiliza la vacuna llamada *BCG* (*Bacilo Calmette Guerin*), que consiste en bacilos atenuados los cuales, al ser ingeridos o inyectados, crean defensas en los niños



TUBERCULOSIS



CANCER Y METASTASIS

contra la enfermedad. Esta vacunación se hace en personas que tengan menos de diez y ocho años pues las mayores por lo general ya han recibido contacto tuberculoso, sobre todo en las ciudades, y se defienden contra la enfermedad. Estas defensas se prueban por medio de *tuberculina* que al inyectarla al individuo en la cara anterior del antebrazo, produce una roncha grande en el lugar de la inyección lo que indica que la persona se defiende de la tuberculosis y entonces no hay para qué aplicar BCG. Si no hay reacción positiva el niño o el joven deben vacunarse para evitar el peligro de posibles contactos. Particularmente es importante esta prueba de *tuberculina*, en las personas que han de trabajar en asilos u hospitales en donde se tratan tuberculosos, pues estarían muy expuestos a contraer la enfermedad si no tuvieran defensas contra ella. Por la difusión de la enfermedad nos explicamos el dicho de un famoso médico francés: "Todos hemos sido, somos o seremos tuberculosos".

El *cáncer pulmonar* es una afección, al parecer reciente, aunque es escaso. Se debe esto, como lo hemos dicho en otro lugar, a la razón general del aumento del cáncer en el mundo por el aumento del promedio de vida; hoy la gente vive más tiempo y entonces las enfermedades de la vejez aumentan necesariamente con el número de individuos que llegan a edades avanzadas. Se ha atribuido al cigarrillo la causa de esta afección. Sin embargo el cigarrillo produce otros trastornos pero no parece ser el responsable de este o lo es en una parte mínima. Con el aumento del promedio de vida aumentaron simultáneamente el uso del cigarrillo y la presentación del *cáncer pulmonar* y se atribuyó al cigarrillo la causa de este *cáncer*. Lo más probable es que sea debido a la longevidad.

Finalmente, la *tos ferina* es una infección aguda del pulmón caracterizada por accesos de tos repetida que dura a veces varios minutos y termina dando a veces sensación de asfixia. Se le conoce también como coqueluche y es producida por una bacteria. Tiene un período de incubación de siete a catorce días, y afecta particularmente a los niños, aun los muy pequeños, y causa una mortalidad infantil. Hay contra la *tos ferina* una vacuna y antibióticos bastante eficaces.

RESUMEN

La respiración es el proceso por el cual los seres vivos toman del aire gases que necesitan para vivir. El aparato respiratorio del hombre lo integran las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones.

Las fosas nasales son cavidades revestidas de epitelio mucoso. El mucus secretado por el epitelio retiene impurezas del aire que inspiramos y lo calientan para que no se enfríen las cavidades pulmonares.

La glotis se abre para dejar pasar el aire hacia la laringe y se cierra para que pase el bolo alimenticio hacia el esófago.

La laringe es como un embudo situado en la parte superior de la tráquea y por delante de la faringe. La forman varios cartílagos, ligamentos y músculos. En la laringe se encuentran las cuerdas vocales, repliegues de epitelio, cuyas vibraciones al paso del aire, reguladas por el sistema nervioso y moduladas por la cavidad bucal, la lengua y los labios, constituyen el lenguaje articulado del hombre.

La tráquea es un tubo cilíndrico que continúa la laringe, formado de anillos cartilagosos, que luego se bifurcan en dos bronquios, uno para cada pulmón, los cuales se dividen en bronquiolos. Estos conductos están revestidos de un epitelio mucoso ciliado. El mucus retiene las partículas nocivas que lleva el aire y las pestañas vibrátiles se mueven para expulsar el mucus sucio por la laringe.

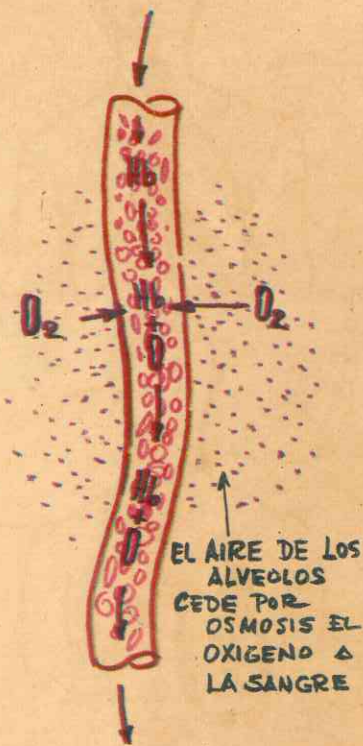
Los pulmones son dos, derecho e izquierdo; el primero formado de dos lóbulos y el segundo de tres. Están formados por una masa esponjosa, cuyas cavidades son los lobulillos y alvéolos, destinados a recibir e intercambiar el aire.

Dos membranas llamadas pleuras, recubren la caja torácica y la superficie de los pulmones para facilitar el movimiento de estos órganos.

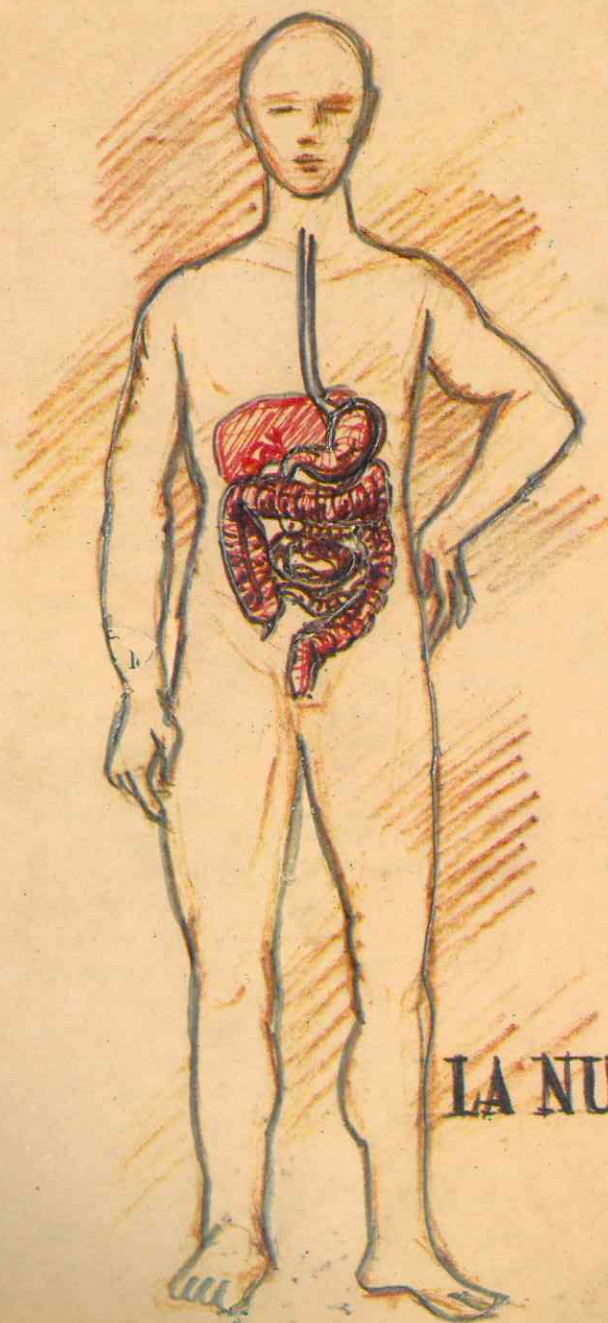
La fijación del oxígeno por los glóbulos es acelerado por enzimas o fermentos.

El aire corriente es el que entra y sale en los movimientos respiratorios normales.

La capacidad pulmonar es de cuatro litros y medio a cinco litros de aire.



EL OXIGENO SE COMBINA CON LA HEMOGLOBINA Hb PARA FORMAR OXIHEMOGLOBINA Hb.O2



LA NUTRICION

30



5. LA NUTRICION

NOTA PRELIMINAR

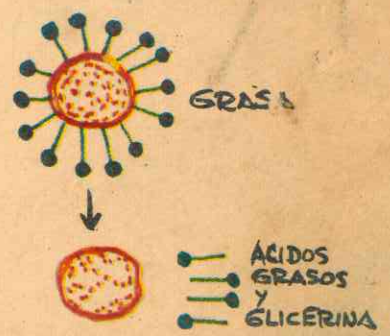
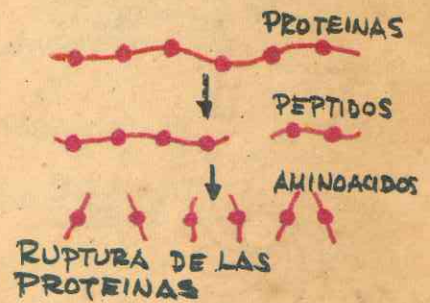
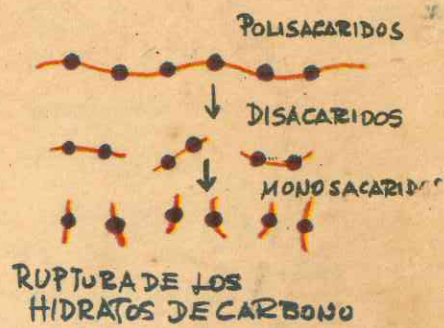
* En los tres capítulos anteriores hemos estudiado las principales *funciones vegetativas*, la manera como el organismo aprovecha los alimentos ingeridos y absorbe del aire el oxígeno que necesita para sus células. Vimos también cómo por medio del aparato circulatorio se distribuyen todos los alimentos en el organismo y la manera como este se desembaraça de los elementos de desecho. En este capítulo estudiaremos la utilización de los alimentos y del oxígeno a nivel de las células, y en el siguiente veremos otras funciones de excreción regentadas por los riñones y la piel que complementan la acción del tubo digestivo y de los pulmones.

A todo el sistema enumerado se le llama función vegetativa del organismo, es decir, lo que necesita para crecer, sostenerse, defenderse y liberarse de los elementos innecesarios o perjudiciales.

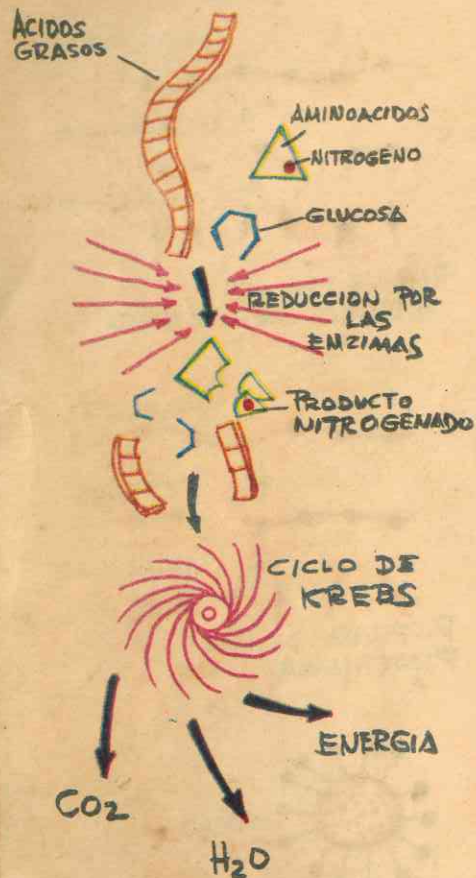
METABOLISMO

Se llama *metabolismo* el proceso por el cual el organismo transforma los alimentos ingeridos, las vitaminas y minerales, utiliza el oxígeno y mantiene un grado de temperatura, todo lo cual es necesario para conservar la vida.

El proceso de alimentación, digestión y asimilación de las materias alimenticias por el organismo constituye la *nutrición* cuya finalidad es, en síntesis, mantener el calor animal utilizando la energía del ambiente.



RUPTURA DE LOS ENLACES GRASOS GLICERINA-ACIDOS



ESQUEMA DEL METABOLISMO

El organismo, al digerir los diversos alimentos que toma, convierte sustancias complicadas en unas más sencillas, las unifica y permite su absorción por parte del intestino; igualmente recibe el oxígeno del aire por medio de los pulmones, y el agua las vitaminas y los minerales que aprovecha desde el aparato digestivo. Con todo esto el organismo mantiene el calor a un cierto nivel. El hombre en nuestro medio vive en temperaturas ambientales que van desde los 6°C en las zonas más altas hasta los 30°C en las más calientes, pero el organismo mantiene una temperatura alrededor de los 37°C que es muy superior a la del ambiente. Todo organismo de temperatura superior a la del ambiente necesita combustibles que le permitan mantener su propio nivel de calor. A estos combustibles se les llama *alimentos energéticos*.

Por medio de lo que pudiéramos llamar una digestión intracelular o *metabolismo*, las células crecen, se multiplican y permanecen dentro de ciertos límites, y de la unión de todas ellas resulta el complejo biológico humano que crece, se mantiene por un tiempo y se multiplica.

Finalmente, la experiencia nos enseña que pasado un tiempo y aunque no medie accidente alguno que acabe con la vida, el organismo empieza a *envejecer*. El aprovechamiento de los alimentos es menor y el individuo enflaquece y aún se achica, pues una sustancia cartilaginosa que hay entre hueso y hueso, la cual los mantiene ligeramente distanciados el uno del otro, se va agotando y disminuye, por tanto, la altura general del cuerpo que alcanza a rebajar hasta cinco y diez centímetros al final de los días del hombre. De igual manera se aprovecha menos el agua y la célula se seca un poco por lo cual los tejidos se arrugan, los ojos pierden su brillo y las facultades mentales decaen si un movimiento de pensar muy activo no mantiene a cierta altura la inteligencia del hombre. Todos estos fenómenos se acentúan y las células van perdiendo actividad hasta su paralización total; comienza entonces la desintegración orgánica, fenómeno que constituye la muerte biológica que coincide con la *muerte* aparente o difiere de ella unos pocos minutos u horas.

Metabolismo de los azúcares. — Las reacciones químicas son de dos clases: *endotérmicas* o que necesitan calor para producirse, y *exotérmicas* o que producen calor cuando se originan. Si quemamos madera hay destrucción de tejidos vegetales, y una *reacción exotérmica*, que libera energía, la misma energía que la planta recibió del sol para formar las células de sus tejidos en una reacción endotérmica, la *fotosíntesis*.

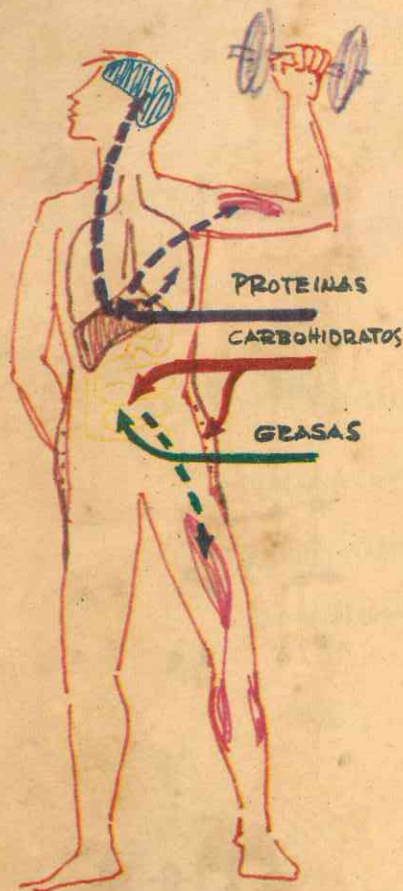
El proceso de formar y conservar células requiere *reacciones endotérmicas*, requiere energía. ¿De dónde sacamos el combustible para producir estas reacciones? Lo tomamos de las reacciones destructivas, exotérmicas de los azúcares y las grasas.

Vimos en el capítulo de la digestión cómo el azúcar transformado en glucosa, azúcar sencillo, es tomado desde la segunda parte del intestino delgado y llevado a través de la vena porta al hígado en donde se acumula en forma de una sustancia llamada glucógeno, o almidón animal que puede transformarse en glucosa cuando el organismo lo requiera. El hígado, junto con todo el sistema muscular es el depósito de este combustible. A través del torrente circulatorio y disuelto en el plasma se mantiene una cantidad permanente de azúcar procedente del glucógeno hepático que lo suministra a las diversas partes del organismo. Este combustible es utilizado fundamentalmente por los músculos, los cuales consumen azúcar en su movimiento y la transforman en anhídrido carbónico, calor y agua en una reacción exotérmica.

En la medida del esfuerzo, el músculo consume la glucosa y entonces el hígado suministra el glucógeno necesario para mantener la *glicemia* normal; o sea la glucosa de la sangre. A nivel del músculo la glucosa quemada produce calor porque la reacción es exotérmica; por tanto, los músculos son los que mantienen el calor animal. Pero debemos tener en cuenta que no sólo los músculos voluntarios o sea por la que nos movemos, son los que producen calor sino también los músculos involuntarios como los de la digestión, la respiración y la circulación. Los niños en el proceso de crecimiento demandan una mayor dieta calórica, más por el movimiento que ejecutan que por el crecimiento mismo.



Cuando el hígado no puede almacenar azúcar por enfermedad, como en el caso de la *cirrosis hepática*, se produce una baja de la temperatura del cuerpo porque hay disminución del suministro de este elemento. El *tenor de azúcar* es de 90 miligramos por 100 centímetros cúbicos de sangre pero puede haber variaciones dentro de ciertos límites, y es normal de 85 a 100 miligramos. Si baja mucho el azúcar se presenta *hipoglicemia* que produce adinamia o dificultad de movimientos, incapacidad para coordinar las ideas, irritabilidad nerviosa que llamamos a veces "mal genio", y se puede llegar al *coma hipoglicémico* con pérdida del conocimiento y aún la muerte. La falta de azúcar en la sangre más que a falta de aporte de ella en la alimentación se debe al exceso de producción de una hormona, la *insulina*, que es la encargada de mantener la tasa de glicemia, y es originada por el páncreas y vertida al torrente circulatorio.



ESQUEMA DEL PROCESO ALIMENTICIO

Si el páncreas es insuficiente y produce poca insulina aumenta la cantidad de azúcar en la sangre para alcanzar hasta 200 y 300 miligramos por ciento, lo cual constituye la enfermedad llamada *diabetes azucarada*. En este caso el aumento excesivo de la tasa de azúcar permite su eliminación a través del riñón, y aunque no existe normalmente azúcar en la orina comienza a presentarse esta substancia en ella; generalmente la presencia de azúcar en la orina es el primer indicio de la diabetes. Cuando hay diabetes azucarada hay necesidad de suministrar al organismo la insulina en forma de inyecciones o drogas que bajan la tasa de azúcar en la sangre. La diabetes como enfermedad del metabolismo es con frecuencia un problema hereditario.

De todo lo anterior deducimos que para mantener el combustible necesario en el organismo se requiere que el hígado esté en correcto funcionamiento para lo cual se debe evitar tóxicos como el alcohol que, al ser absorbido a través del estómago y del intestino, va a lesionar directamente el hígado y produce la *cirrosis hepática* la cual, más o menos avanzada, dificulta o impide definitivamente el almacenamiento de azúcar en forma de *glucógeno*. El deporte o cualquier actividad física contribuye a fortalecer el sistema de la utilización del azúcar.

Para que este metabolismo sea normal se necesita, además, que haya suficiente aporte de oxígeno por medio de la respiración y la circulación. Si el aporte es deficiente o el trabajo excesivo se produce una falla en la oxidación de los azúcares los cuales en vez de producir anhídrido carbónico y agua elaboran *ácido láctico* que ocasiona calambres muy dolorosos. Estos son frecuentes en nadadores que por esfuerzo excesivo y a veces por la angustia de sentirse a la deriva en el mar o en un río, paralizan el movimiento de manos y pies y viene el ahogamiento. El mismo mecanismo explica la *rigidez cadavérica*; después de la muerte continúa cierta actividad muscular pero con un aporte deficiente de oxígeno por falta de circulación, y horas después se presenta una rigidez del cuerpo, que hace imposible doblarlo debido a la presencia de ácido láctico.

Oscar Enrique Lara Pacheco

Metabolismo de las grasas. — Las grasas consumidas por la alimentación se transforman en ácidos grasos los cuales, absorbidos por los vasos quilíferos a nivel del intestino delgado, van por el canal torácico a la subclavia derecha y de ahí a la cava y al corazón para ser repartidas por todo el organismo.

Una pequeña parte de estas grasas se utilizan directamente y de manera completa para obtener energía y desprender anhídrido carbónico y agua, como en el caso de los azúcares; parte importante de las grasas se almacena en depósitos repartidos por todo el organismo, especialmente en la cadera y en la parte anterior del abdomen; el 10% del peso normal del cuerpo lo constituyen las grasas. El organismo es capaz de sintetizar grasas a partir de los azúcares y todos sabemos que el azúcar o la harina tomados en cantidad producen depósitos abundantes de grasa. Esto puede deberse a que el organismo guarda grasas, debido a que hay un aporte de calor a partir de los azúcares, o puede deberse también a que fabrica grasas a partir de estos azúcares.

La finalidad de las grasas es mantener el depósito de energía en el organismo y protegerlo contra la pérdida de calor, pues al ser la grasa mala conductora del calor, ofrece una capa protectora que impide la irradiación y de esta manera contribuye a ahorrar azúcares los cuales transforma en más grasas. Esto

DISTRIBUCION NORMAL DE LA GRASA



CELULAS



CONJUNTIVAS



NORMALES

CELULAS



ACUMULANDO

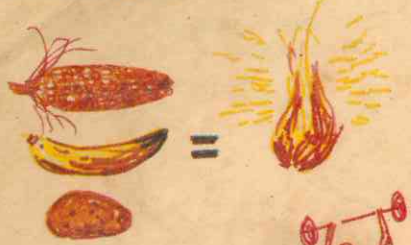


GRASAS



DISTRIBUCION EXCESIVA DE LA GRASA

CARBOHIDRATOS = ENERGIA



GRASAS = ENERGIA ALMACENADA



PROTEINAS = CONSTRUCCION TEJIDOS



MINERALES = CONSTRUCCION OSEA

EFFECTOS DE LOS ALIMENTOS

explica, en parte, el problema del círculo vicioso de la obesidad; en el obeso cualquier cantidad de comida es suficiente para aumentar su gordura.

↳ Cuando el organismo entra en inanición, es decir, cuando está quemando sus reservas como en el caso del tifo, la tuberculosis u otras enfermedades, de lo primero que echa mano es de los depósitos de grasa y viene el enflaquecimiento; luego quema los depósitos de azúcares del hígado y de los músculos, y finalmente utiliza las proteínas que son el constituyente esencial de las células, lo cual equivale a la muerte próxima.

Metabolismo de las proteínas. — Hemos visto que la principal función de los azúcares y de las grasas es la de producir calor mediante reacciones exotérmicas.

En cambio, el principal papel de las proteínas está en relación con procesos endotérmicos, fundamentalmente con la producción y crecimiento de células. Esta formación está íntimamente vinculada al crecimiento y conservación del individuo.

La estructura de las proteínas tiene mucho que ver con la formación misma de las células, y la diferencia de las especies, en último término se traduce en la diferencia de sus proteínas.

Sabemos que las proteínas en forma de aminoácidos son tomadas por la vena porta y conducidas por la vena porta al hígado en donde se depositan primero y se difunden luego por todo el organismo para ser almacenadas en el interior de la célula pues cada una de ellas tiene su depósito. Todas estas proteínas sirven primordialmente para la síntesis celular. La destrucción de proteínas en un hombre normal es aproximadamente de 100 gramos diarios y debe estar equilibrada por un aporte suficiente de aminoácidos para reemplazar las que se destruyen. Si el aporte es deficiente o la destrucción muy grande entra el organismo en desequilibrio que lo conducirá a la muerte pues las proteínas de la célula son el sustrato material de la vida. Esta formación de las proteínas celulares a partir de aminoácidos explicaría, si conociéramos todos los datos, el misterio de la vida.

En la destrucción de los aminoácidos se forman úrea y otros elementos que se eliminan en su mayor parte por la orina, el resto por el tubo digestivo y una

mínima parte de aminoácidos volátiles por los pulmones.

El papel del oxígeno suministrado por el aparato respiratorio es fundamental en todas estas transformaciones pues las oxidaciones de los alimentos en el protoplasma de la célula se hace en presencia de este gas.

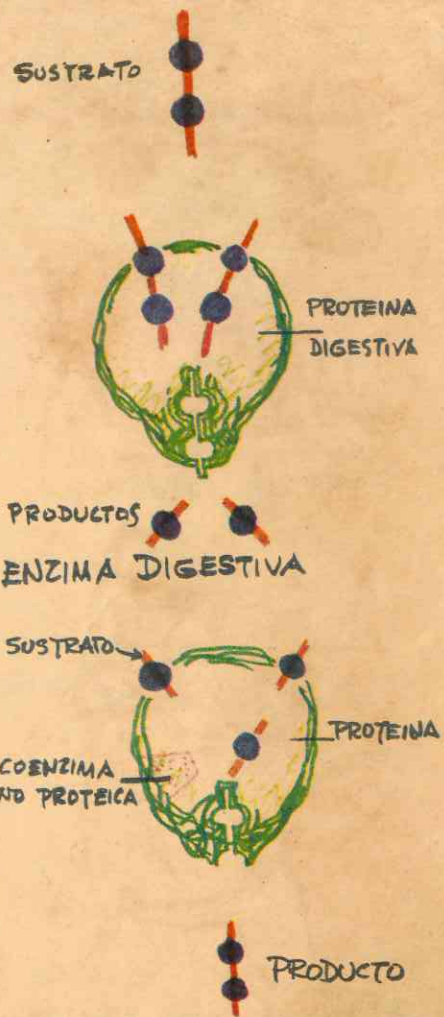
DIETETICA

El organismo necesita para alimentarse de una dosis suficiente de proteínas representadas por carne de res, de ave, etc. pescado, huevos y queso, o proteínas vegetales como las que contiene la soya o el frijol; grasas animales como la del cerdo o vegetales como aceites de oliva y palma; hidratos de carbono del tipo de las harinas del pan; levaduras, azúcares y almidones en general; agua en cantidad suficiente; sales, especialmente sal de cocina y las vitaminas indispensables. Además, como el hombre no es un laboratorio sino un ser pensante y con gustos, necesidades y caprichos, necesita que los alimentos estén bien preparados tanto a la vista como al gusto y al olfato.

Las necesidades alimentarias de proteínas, grasas e hidratos de carbono se expresan en sus posibilidades de producir calor, advirtiendo que una dieta normal debe contener las tres clases de alimentos y que un gramo de hidratos de carbono producen cuatro calorías; uno de proteínas cuatro calorías y uno de grasas nueve calorías.

La caloría es una unidad de medida de energía designada con la abreviatura cal, y se define como la cantidad de calor que se necesita para elevar un gramo de agua de 14.5°C a 15.5°C. Como la caloría es una medida muy pequeña se utiliza la kilocaloría o mil calorías en las investigaciones sobre alimentos.

Para calcular el valor de un alimento se quema en un calorímetro un gramo del alimento que se va a investigar y el medidor indicará la cantidad de calorías que desprende. Este proceso aparentemente sencillo es muy complicado.



ESQUEMA DE LA ACCION DE LAS ENZIMAS

CONSUN CALORIAS



SUEÑO 1800



DIGESTION 2100



DESCANSO 2500



TRABAJO LIVIANO 3300



TRABAJO PESADO 4500

Necesidades dietéticas. — Un hombre de estatura normal necesita aproximadamente 40 kilocalorías hora y por metro cuadrado de superficie. Para los cálculos que siguen vamos a suponer un individuo de 1.8 metros cuadrados el cual necesitará, entonces, 72 kilocalorías hora sin hacer ejercicio alguno.

Durante las ocho horas de sueño debe calcularse el mínimo que necesita para vivir: 72 kilocalorías \times 8 horas = 576 kilocalorías.

A este mínimo de 72 kilocalorías hora agregamos 72 kilocalorías más por cada una de las ocho horas de descanso: $72 + 72 = 144 \times 8 = 1.152$.

Para las ocho horas de trabajo tenemos los siguientes datos: en los trabajos sedentarios como el de los empleados de oficina de 80 a 400 kilocalorías; en un trabajo ligero como el de un mensajero de 400 a 700; en trabajos moderados como el de tractorista de 700 a 1.000; y en trabajos pesados como el de un picapedrero más de 1.100 kilocalorías por hora.

A un empleado sedentario al cual le hemos calculado 80 kilocalorías hora debemos agregarle otras 72 que son el mínimo vital: $80 + 72 = 152$. Durante las ocho horas de trabajo requerirá 1.216 kilocalorías.

Para conocer las necesidades diarias de kilocalorías en este individuo sumamos:

8 horas de sueño	576 kilocalorías
8 horas de descanso	1.152 kilocalorías
8 horas de trabajo sedentario	1.216 kilocalorías
Total en 24 horas	1.944 kilocalorías

Efectos de una deficiencia calórica acentuada.

Durante la segunda guerra mundial en los campos de concentración se observaron en un sinnúmero de personas, los efectos producidos por una deficiencia alimentaria que podemos resumir así: apariencia demacrada del rostro como si le estuviera sobrando piel; costillas salientes; piel áspera, delgada y pigmentada o coloreada con manchas carmelitas; caída del cabello y crecimiento lento de este y de las uñas; aumento de la tolerancia al calor, porque la falta de calor interno es compensada un poco con el del exterior, y por consiguiente marcada intolerancia al frío. Avanzado el proceso de desnutrición se pre-

senta edema en los miembros inferiores, es decir, una hinchazón de piernas y pies; las heridas sangran menos pero tardan en curar; el pulso se hace lento hasta de 35 pulsaciones por minuto; se presentan vértigos u oscurecimientos al cambiar de posición especialmente al ponerse en pie el individuo. Al principio no disminuye la visión y aumenta la agudeza auditiva; después se presentan calambres y dolores musculares, cansancio a un mínimo esfuerzo con debilidad creciente y pérdida del interés por el medio ambiente. En resumen, dan la impresión de ser unos viejos prematuros aun tratándose de jóvenes de corta edad.

Inicialmente la pérdida de peso no es muy notoria porque al disminuir las proteínas del plasma aumenta la tendencia del organismo a la retención del agua y el peso puede subir; pero para verificar el verdadero estado del desnutrido basta dar un diurético suave que elimine el agua y puede perder en pocas horas hasta diez kilos por el efecto de la droga. Una de las manifestaciones más frecuentes son los cólicos, las diarreas y, a veces, calambres violentos en los primeros días que luego desaparecen totalmente.

Sometidos estos pacientes a una alimentación de tratamiento después del período de hambre se ha observado la dificultad de rehabilitarlos, pues, cuando el ayuno ha sido prolongado, fácilmente se apresura la muerte sin que sean suficientes todas las medidas y ayudas para evitarla.

En los estudios realizados sobre este tema se ha subrayado la enorme importancia de las alteraciones psicológicas producidas por el hambre crónica; las personas indigentes se diferencian de las bien nutridas tanto en el cuerpo como en el espíritu, y es de observar que el mundo se preocupa actualmente por las deficiencias alimentarias del grupo de naciones llamadas del "tercer mundo" que comprende la América latina, Africa y Asia. Sin exagerar las cosas como se ha hecho a menudo con carácter demagógico debemos, sin embargo, aceptar que la gente de estas regiones se alimenta mal pues su comida carece de vitaminas, de proteínas, de minerales y grasas, y hay exceso de hidrocarbonados para reemplazar las deficiencias de calor.



DEFICIENCIA DE PROTEINAS EN LA LECHE DURANTE LA CRIANZA

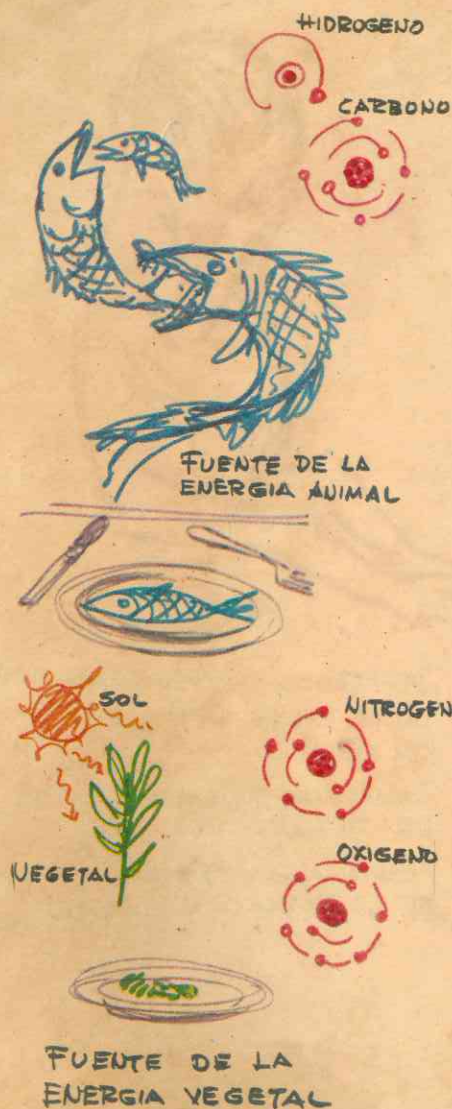
FORMA MAS COMUN DE DESNUTRICION

AECTA A DOS TERCIOS DE LA POBLACION MUNDIAL

Dieta normal. — Se considera que una dieta normal debe tener, en general, 100 gms. de proteínas (410 kilocalorías); 100 gms. de grasas (930 kilocalorías); y 400 gms. de hidratos de carbono (1.640 kilocalorías); el número total de kilocalorías oscila, pues alrededor de 3.000.

Las proteínas son un componente indispensable de la dieta y deben aumentarse en la alimentación durante el desarrollo, en el embarazo, en la lactancia y en las enfermedades. Las proteínas animales son muy aprovechables por el hombre pues tienen un alto valor biológico; las proteínas procedentes de los vegetales tienen menos valor. Sin embargo debemos anotar la deficiencia de proteínas en nuestro medio, pues el alto costo de compra de las proteínas animales obliga a reemplazarlas por vegetales para suministrar las suficientes. El déficit de proteínas entre nosotros se puede expresar de la siguiente manera: en 1810, al iniciarse la Guerra de la Independencia Nacional, había 50 millones de cabezas de ganado para alimentar a un millón de colombianos, y hoy en día hay menos de una cabeza de ganado por habitante. Dadas las circunstancias, el ideal de la América latina es mezclar dos terceras partes de proteínas animales con una tercera parte de proteínas vegetales.

Hay una objeción contra la necesidad urgente de proteínas: se dice que los monjes de algunas comunidades no comen carne y sin embargo se mantienen en buenas condiciones. A esto hay que responder que, en primer lugar, estos monjes entran a la comunidad habitualmente después de los diez y ocho o veinte años cuando se ha terminado el período del crecimiento. En segundo lugar toman leche, queso y huevos que les suministran las que necesitan. Por otra parte la voluntariedad de la dieta del monje hace que esta sea mejor tolerada, aun siendo deficiente, pues recordemos que existen factores psicológicos difíciles de apreciar pero evidentes. Igualmente debemos anotar que la otra objeción hecha en el sentido de que los bovinos a partir de la "humilde hierba" forman corpulencias extraordinarias, no es argumento válido pues se trata de biología muy distintas con órganos capacitados para utilizar las proteínas de las plantas con las cuales se alimentan.



Se recomienda que la dieta normal tenga al menos 75 gramos de grasa que producen 700 calorías, dieta que debe aumentarse cuando hay un gasto grande de energía por el trabajo y en las épocas y lugares fríos. Las consecuencias de la falta de grasas se manifiestan tardíamente sobre todo si el organismo tiene abundantes reservas de ellas en las células y en los depósitos. Además las grasas animales son fuentes de vitaminas A y D muy abundantes en la manteca; cuando en vez de esta se emplea margarina o manteca vegetal deben agregarse estas vitaminas.

Más del 50% del contenido de la mayoría de las dietas alimentarias son hidratos de carbono, elementos baratos, fáciles de obtener, y de sabor agradable.

Los minerales de la dieta. — Una dieta bien regulada debe tener, además, sal común o *cloruro de sodio* aportado en la mesa o en la cocina aunque algunos alimentos como la leche y las verduras la contienen naturalmente. Las necesidades mínimas diarias son de uno a dos gramos y a veces se acostumbra comer hasta ocho o diez. La carencia de cloruro de sodio es inconveniente, y también el tono eléctrico, el tono biológico del organismo, pues gran parte de los procesos que se verifican a nivel de la célula son ayudados por la presencia de la sal.

El organismo necesita un gramo de *calcio* al día pero este mineral debe aumentarse en los niños y en las embarazadas para la formación de los huesos. La leche es la mejor fuente de calcio, tanto la materna como la de vaca; algunas verduras y la piña lo contienen también.

Es necesario menos de un gramo de *fósforo*, mineral que es suficientemente suministrado cuando se consumen proteínas.

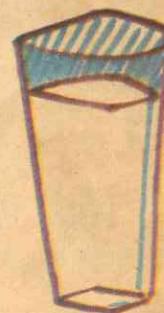
El *hierro* debe ingerirse en cantidades no inferiores a doce miligramos diarios y aumentarse durante el embarazo y la lactancia. Igualmente estas necesidades de hierro están provistas por el consumo de carne roja.

El *yodo* en mínimas cantidades también es esencial en la alimentación. En las regiones donde el aporte de yodo en el agua o en la sal es insuficiente se desarrolla una enfermedad, el bocio o coto, característica de la falta de yodo en la glándula tiroides. Dicha

DIETA MINERAL



SAL



LECHE



PESCADO



LEGUMINOSAS



enfermedad ocasiona engrosamiento de la garganta en proporciones a veces monstruosas y la piel se hace gruesa por retención de agua. Es un estigma de degeneración de la raza y se presenta también en los animales como el ganado vacuno que consume sal sin yodo. Cuando la afección ha sido prolongada durante el crecimiento, ocasiona también un retardo la lentitud mental y falla en la actividad social. Estas personas que se constituyen a menudo en una verdadera carga social y familiar por falta de inteligencia y de actividad.

Boussingault anotó a principios del siglo pasado que los antioqueños eran especialmente activos por el consumo de sal de cañada. Esta sal procede de depósitos subterráneos, restos de antiguos mares del Primario, y las aguas la arrastran hasta la superficie. Al evaporar el agua queda la sal, con alto contenido de yodo de procedencia natural pues el yacimiento de este mineral son las algas marinas que son ricas en estas sales.

El Banco de la República expende en la zona central del país sal yodada artificialmente pues la de Zipaquirá carece de yodo. Antes esta sal provocó una epidemia bociosa en gran parte de los departamentos centrales de Colombia no sólo en los hombres sino también en los ganados. Pero recordemos también que alrededor de 1938 el profesor Luis López de Mesa llamó la atención sobre la utilización indiscriminada del yodo y el potasio para yodizar la sal porque ese mineral aunque suministra el yodo necesario afecta el funcionamiento de la glándula tiroides que debe recibir yodo de origen orgánico procedente de la única fuente natural del yodo que son las algas marinas. Efectivamente, si bien ha disminuído el bocio en muchas regiones del país, también ha aumentado la irritabilidad de la gente que se ha tornado de pacífica en violenta, y no sabemos hasta qué punto este factor haya influído como *componente de nuestra conducta en épocas recientes. Debemos observar, además, que en las costas donde se consume sal yodada natural por la utilización de la sal de mar, la gente ha sido siempre pacífica y la violencia nunca ha afectado sus pueblos.

Fuera de estos elementos principales hay otros igualmente importantes pero de requerimiento mu-

cho menor que generalmente son aportados en valores suficientes en una dieta normal, como el *cobalto*, el *manganeso*, el *magnesio*, etc.

Tratándose de *obesos* hay que convencerlos de que la mejor manera de perder peso es restringir el consumo calórico y para ello debe controlarse el apetito sin exageraciones pues a veces es más peligrosa la dieta que la obesidad. Es posible restringir el apetito por métodos psicológicos evitando el consumo de drogas que aumentan la tensión arterial y pueden causar trastornos en la circulación.

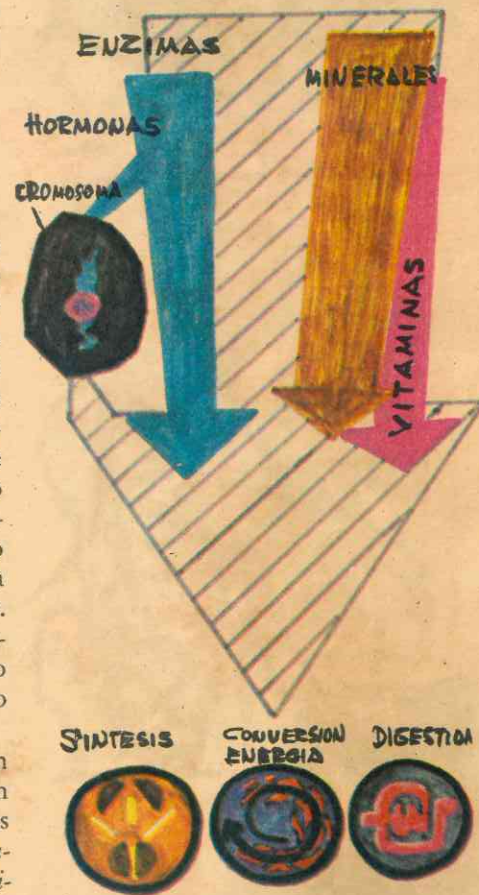
LAS VITAMINAS

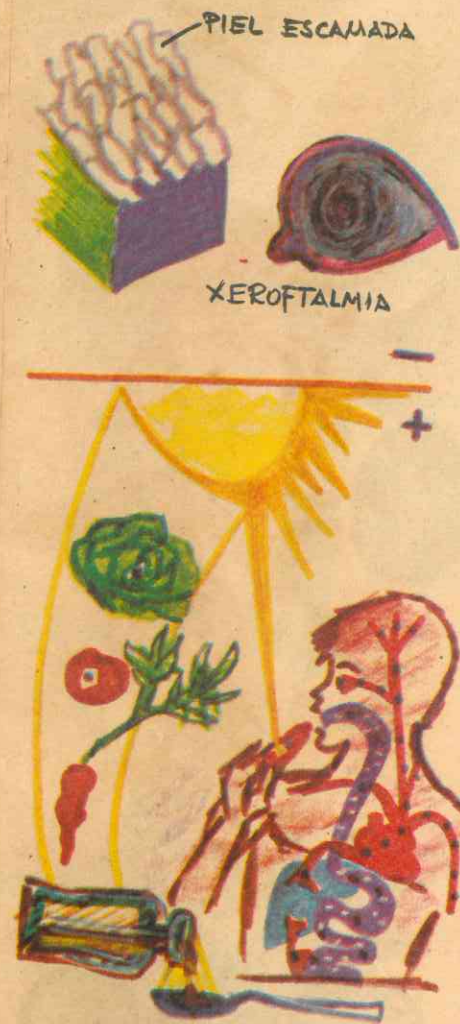
En los estudios que se hicieron a principios de este siglo sobre alimentación se encontró que animales alimentados con proteínas, grasas, hidrocarbonados y minerales en cantidades suficientes pero químicamente puros, morían rápidamente de donde se sospechó y se descubrió después que existían otras substancias vitales a las cuales se las llamó *vitaminas*. Poco después se observó que esas vitaminas en gran parte eran suministradas por los alimentos naturales pero que el organismo podía producir algunas. Así, el ácido ascórbico es indispensable para el hombre y no puede prescindirse de él en la dieta; en cambio la rata aunque no se le suministre puede sintetizarlo. Las bacterias intestinales sintetizan diversos elementos del grupo vitamínico B en el organismo humano y si se destruyen las bacterias por antibióticos no puede hacerse la síntesis de esas vitaminas.

Las vitaminas desde el principio se denominaron con las primeras letras del alfabeto y se distinguieron por la característica de disolverse unas en aceites, las vitaminas A, D y K, que por esto se llaman *liposolubles*; otras que se disuelven en agua y se llaman *hidrosolubles* que son las vitaminas C y el complejo B que se compone de varias de estas sustancias.

En sí mismas las vitaminas no son alimentos ni producen calorías ni energía y únicamente sirven para que el organismo pueda, fácilmente aprovechar algunos alimentos. La carencia de vitaminas o *avitaminosis* acarrea trastornos de acuerdo con el tipo de vitamina que falte.

LOS 4 AGENTES CATALIZADORES DE LA VIDA





VITAMINA A
PROCESO ESQUEMATICO

La *vitamina A* pertenece al grupo de los carotenoides que son una serie de pigmentos amarillo-rojizos que se preparan actualmente por la industria química; sus fuentes naturales son: la mantequilla, los huevos, la grasa del hígado y en especial el aceite de hígado de bacalao. Los vegetales como la zanahoria y las verduras no contienen *vitamina A* pero a partir de sus carotenos el organismo puede fabricarla. En general, la *vitamina A* y el caroteno se absorben desde el intestino delgado junto con la grasa.

El fototropismo de las plantas, es decir, su tendencia a crecer hacia la luz, y fenómenos análogos del movimiento de los animales marinos en este mismo sentido se debe a los carotenos que constituyen un ojo químico en las plantas y en los invertebrados desprovistos de este órgano; en los vertebrados los carotenos se encuentran en el fondo del ojo anatómico en las terminaciones del nervio óptico, en el fondo del ojo por donde captamos las imágenes. Para que haya visión se necesita que el pigmento esté localizado en la terminación del nervio óptico, se destruya con la luz y se renueva continuamente con el aporte de la *vitamina A*. Si esta falta se dificulta la visión. Dentro de ciertos límites nosotros podemos ver en una habitación oscurificada pero esta visión es muy difícil o imposible si el organismo carece de *vitamina A*.

La carencia de *vitamina A* en el hombre joven acarrea una disminución en su crecimiento y aunque la persona sobreviva varios meses termina por sucumbir por alguna infección debido a esta carencia que no solo causa trastornos en los ojos sino también en el intestino y en los epitelios respiratorios.

La margarina y las grasas vegetales que se expenden para el consumo humano como no tienen *vitamina A* deben recibirla en dosis adecuadas; se ha observado que en las poblaciones en donde solo utilizan estas grasas se presentan inflamaciones de la córnea llamadas xeroftalmías, y afecciones cutáneas como engrosamiento y resequedad de la piel y también infecciones en la parte alta del aparato respiratorio.

La hipervitaminosis *A* o trastornos debidos a exceso de esta *vitamina* suministrada en la dieta puede ocasionar pérdida del apetito, hinchazones dolorosas en los huesos largos y caída del cabello; en las embarazadas desencadena trastornos en el niño que está por nacer.

Para el suministro natural de *vitamina A* bastaría una dieta con 250 centímetros cúbicos de leche, 28 gramos de mantequilla o margarina vitaminizada y una buena porción de verduras o zanahorias. Una dieta con medio litro de leche al día adicionada con aceite de hígado de bacalao suministra a los niños y jóvenes óptimas cantidades de *vitamina A*.

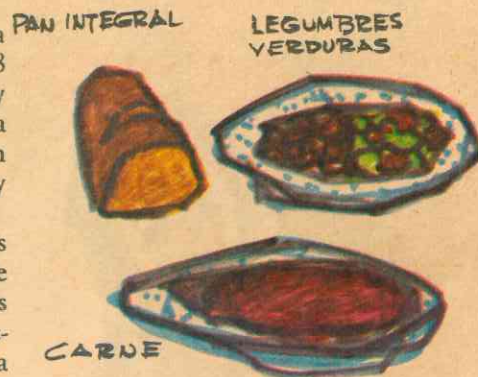
El complejo *B* consta de una serie de sustancias solubles en agua que se encuentran en las células de todas las especies, desde las bacterias hasta las plantas y animales superiores; es indispensable para el correcto funcionamiento de los tejidos de los seres de la escala biológica.

El primero de los componentes de la *vitamina B* es la *tiamina*, aneurina o *vitamina B₁* que se encuentra en los cereales, legumbres y verduras; especialmente se obtiene en la harina de trigo preparada con grano entero o en el arroz con cáscara pues si este está descascarado o la harina de trigo es muy refinada se pierde gran parte de la *tiamina*. La carne, la leche, y las verduras la contienen en cantidades pequeñas; a la harina blanca debe adicionarse *tiamina* sintética. En general, la *tiamina* resiste cuando se cocinan los alimentos ricos en ella, por lo menos dentro de ciertos límites.

Los requerimientos alimentarios de la *tiamina* aumentan cuando se consumen muchos hidratos de carbono, cuando el trabajo físico es pesado o en las enfermedades febriles. Como se sintetiza en el intestino, una falla discreta en el aporte de *tiamina* puede ser suplida por la síntesis intestinal que la hacen las bacterias. Hay que tener en cuenta que los antibióticos destruyen estas bacterias e impiden, por tanto, las síntesis de las *vitaminas* lo cual puede ocasionar trastornos graves. El cerebro y el sistema nervioso en general necesitan mucha *tiamina*.

La falta de *tiamina* produce pérdida del apetito, dificultades para el trabajo y náuseas; en caso de que se prolongue su falta hay alteración de la sensibilidad táctil, neuralgias repartidas por todo el cuerpo, indiferencia por el medio ambiente y confusión mental, dilatación cardíaca y puede acarrear la muerte.

La carencia moderada de *tiamina* produce irritabilidad nerviosa, deprime al paciente y lo vuelve pendenciero o temeroso, con perturbaciones de la digestión. Esta falta habitual de *tiamina* se llama *beri-beri*.



La amina del *ácido nicotínico*, nicotinamida o niacina, es otro de los componentes del complejo B, y sus principales fuentes naturales son el hígado, el riñón y las levaduras; la leche la contiene en escasa cantidad.

La falta de esta vitamina produce la enfermedad llamada *pelagra*, piel áspera, y se encuentra en casi todos los países en las zonas marginales de miseria por mala alimentación. La característica principal de la pelagra es la inflamación y ulceración de la lengua que puede llegar hasta el esófago y el estómago, lo mismo que al aparato urinario. La piel se torna roja y pruriginosa, es decir, con rasquiña, y termina escamando y dejando una superficie pigmentada o coloreada.

La deficiencia de niacina ocasiona también alteraciones del tipo de las neuralgias, trastornos y confusiones mentales, alteraciones gastro-intestinales y puede hasta llevar a la muerte por lo cual se dice de ella que produce la enfermedad de las cuatro dees: dermatitis, diarrea, demencia y defunción. Esta avitaminosis se presenta, sobre todo, en quienes consumen harina de maíz, harina blanca de trigo y alimentos muy purificados.

La *riboflavina* es otro compuesto del complejo B que se encuentra en la carne, en la leche y en la harina total. Se pierde por el calentamiento y por la exposición de las fuentes de alimento a la luz; la leche pierde hasta un 85% de su contenido de riboflavina cuando ha permanecido por dos horas a los rayos del Sol. Las bacterias intestinales sintetizan la riboflavina como las dos vitaminas anteriores. Su carencia no ocasiona, al parecer, trastornos graves y solo podemos descubrirla por la inflamación de la comisura de los labios que son los ángulos exteriores de estos órganos, los cuales se vuelven quebradizos y dolorosos.

Otros compuestos del complejo B son el *ácido pantoténico* que contribuye al metabolismo de las grasas; el *ácido fólico* que influye en la producción de glóbulos rojos; la *piridoxina* o vitamina B₆ que influye en el metabolismo de los ácidos aminados; la vitamina B₁₂ que tiene cobalto y contribuye a la formación de glóbulos rojos, y muchas más cuyas investigaciones se adelantan.



PELAGRA
DEFICIENCIA DE NICOTINAMIDA



D-D-D-D
DEFICIENCIA DE NIACINA

La *vitamina C* o ácido ascórbico fue la primera cuyos efectos se estudiaron pues se había observado que *el escorbuto*, enfermedad producida por la carencia de esta vitamina, era muy frecuente en los navegantes y los ejércitos que no disponían de alimentos frescos, lo mismo que en las ciudades europeas durante el período del invierno. Hace más de 200 años fue descrito el escorbuto y desde aquella época se notó que se podía curar con zumo de limón y con frutas y ensaladas frescas. La vitamina C es un ácido que se destruye también fácilmente en los alimentos desecados o conservados. El enfriamiento conserva la vitamina C.

El escorbuto puede presentarse en los niños criados con alimentos muy esterilizados por el bajo contenido de vitamina C. Los síntomas característicos son las hemorragias múltiples, especialmente en las encías, y anemia; después de unos meses de esa mala alimentación se muestra el niño intranquilo y pierde el apetito. Los adultos con carencia de vitamina C sufren primero las hemorragias en las encías y luego alteraciones de los huesos, anemia y depresión psíquica.

Hay que tener en cuenta que rara vez se encuentra una avitaminosis única pues habitualmente la carencia vitamínica comprende la de varias vitaminas.

Las frutas y las verduras frescas son la fuente principal de la vitamina C; la leche humana la contiene más que la de vaca por lo cual el niño alimentado con leche de vaca debe completar su dieta con el consumo de frutas. También la carne, el pescado, los huevos, las grasas y los aceites la contienen, pero no se encuentra en los derivados de los cereales como el pan. La pasterización disminuye el ácido ascórbico de la leche. Preparado industrialmente el ácido ascórbico es barato pero hay que consumirlo en grandes cantidades para que produzca el mismo efecto que el de las frutas.

Una dieta normal que comprenda una naranja o una col ligeramente cocinada contiene la suficiente vitamina C para los requerimientos diarios, pero deben consumirla más los adolescentes, las embarazadas y los enfermos febriles y heridos. Debe tenerse en cuenta que los enfermos con trastornos gástricos a quienes se les prohíben las frutas y las verduras deben recibir suplementos de vitamina C, lo mismo que los lactantes que no se crían con leche materna.



DEPRESION POR CARENCIA DE VITAMINA C



VITAMINA C

La *vitamina K* es indispensable para la síntesis de la protrombina hecha por el hígado. La protrombina es una proteína del plasma que contribuye a la coagulación de la sangre. La *vitamina K* se encuentra ampliamente distribuída en la naturaleza en los vegetales verdes, cereales y en los tejidos animales en general. Puede ser sintetizada por muchas bacterias en el intestino humano. Es escasa en los niños recién nacidos y de ahí la facilidad con que sangran por lo cual actualmente se utiliza una ampollita de *vitamina K* inmediatamente después del nacimiento.

La *vitamina D* se estudiará en el capítulo sobre el sistema óseo.

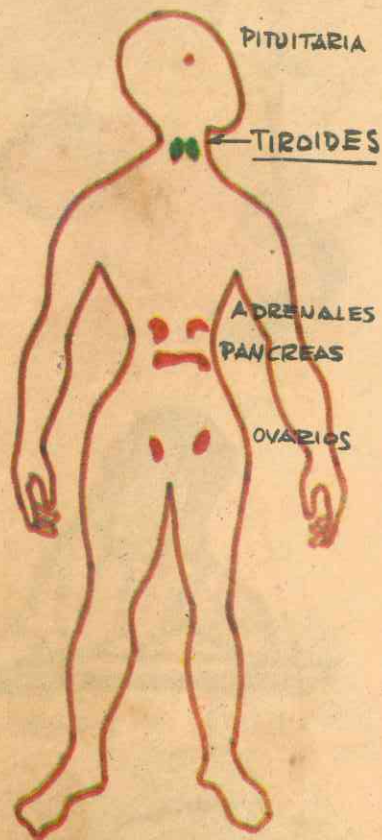
LA GLANDULA TIROIDES

Hemos visto en el estudio del aparato respiratorio que los pulmones solo aportan a la sangre el oxígeno que será utilizado en el interior de la célula. El verdadero órgano central de la respiración es la glándula tiroidea pues es el motor de utilización del oxígeno y de los alimentos a nivel celular. Tanto los pulmones como la glándula tiroides tienen el mismo origen embriológico a partir de los arcos branquiales de los peces.

La glándula tiroides pesa de 20 a 25 gramos; está situada en la parte anterior e inferior del cuello y contiene una substancia llamada tiroglobulina. Esta glándula tiene el 20% del yodo total que hay en el cuerpo. La tiroglobulina es el coloide que elabora la glándula; y la tiroxina y la triyodotironina que son las hormonas o productos de secreción interna de la glándula.

El agua y los alimentos deben proporcionar al organismo el yodo suficiente, y la glándula tiroides tendrá parte importante de este yodo que se absorbe a nivel del tubo digestivo.

El *hipotiroidismo* o falta de producción de hormona tiroidea, debida especialmente a ausencia de yodo en la alimentación se presenta en 30 formas principales *cretinismo* en los niños pequeños y *mixedema* en los adultos. Ambas afecciones responden al tratamiento tiroxina aunque los cretinos no llegan a crecer normalmente a menos que el tratamiento se inicie a muy temprana edad. El *cretinismo* puede deberse también a la ausencia congénita de la glándula tiroidea o a un trastorno en su desarrollo.



LOCALIZACION DE LAS GLANDULAS

El *hipertiroidismo* o exceso de secreción de la glándula tiroidea llamado también *tireotoxicosis* o *bocio exoftálmico* produce un aumento moderado o hipertrofia de la glándula y se caracteriza por ojos muy abiertos, asustados, pulso rápido y enflaquecimiento a pesar de lo mucho que come el paciente. Este debe utilizar medicamentos que frenan la glándula aunque generalmente termina en la mesa de cirugía donde se le extrae parte importante de la glándula. Si la parte extraída de la glándula es demasiado grande se le debe suministrar tiroglobulina durante el resto de la vida.

La acción más importante de la tiroxina es la estimulación de los tejidos en general, aumenta el consumo de oxígeno y la producción de calor en el organismo. Los hipotiroides son sensibles al frío y en cambio los hipertiroides lo son a las temperaturas cálidas pues tienen una producción elevada de calor interno.

Precisamente la tiroides regula la utilización del oxígeno en el organismo. Las células de todo el cuerpo contienen unos orgánulos llamados *mitocondrias* que son como el aparato respiratorio de la célula. En el hipertiroidismo hay aumento de esas mitocondrias que no solo gestionan la utilización del oxígeno por parte de la célula sino también la de los alimentos. La coordinación del aparato respiratorio de la célula se hace por medio del tiroides.

La tiroxina es esencial para la actividad pues ocasiona una excitación de las células debido a lo que acabamos de exponer sobre las *mitocondrias* que son muy abundantes en el sistema nervioso. El hipertiroides es activo e inteligente; el hipotiroides es fóbica y mentalmente lento. Por lo que hemos visto nos damos cuenta de la importancia que tiene para el desarrollo del sistema nervioso y las manifestaciones de inteligencia del individuo adulto un correcto funcionamiento de la tiroides en el niño y en el joven.

También influye el tiroides en el crecimiento del individuo; el hipertiroides tiene tendencia a ser alto y delgado y el hipotiroides a ser bajito y gordo.

Podemos decir, en general, que la glándula tiroides influye en todo el organismo: si hay un bajo funcionamiento todo irá lento y falto de desarrollo pero si hay un funcionamiento excesivo todo irá tan rápido que se quemará muy pronto el organismo debido a esa rapidez.

TIROIDES



NORMAL CALOR

ANORMAL FRIO

La regulación de la secreción tiroidea se hace de manera automática, aumentando su apetencia de yodo cuando disminuye su contenido en la sangre y disminuyendo esta apetencia cuando aumenta el contenido, para retener siempre una cantidad más o menos igual de este elemento.

RESUMEN

Durante la digestión, el organismo convierte sustancias complicadas en sus componentes más sencillos para absorberlas e integrarlas nuevamente en los tejidos.

El metabolismo es el proceso por el cual el organismo, a partir de los elementos absorbidos por las vellosidades intestinales, sintetiza o construye sustancias más complejas y, además, el proceso por el cual sustancias complejas se transforman en sustancias simples con desprendimiento de energía.

Por ejemplo, la glucosa absorbida por las vellosidades intestinales va al hígado, en donde se transforma en glucógeno. Este, cuando el organismo lo requiere, vuelve a transformarse en glucosa, que pasa a la sangre y su presencia se llama glicemia. Al quemarse la glucosa se transforma en agua, gas carbónico y energía que el organismo utiliza para sus trabajos.

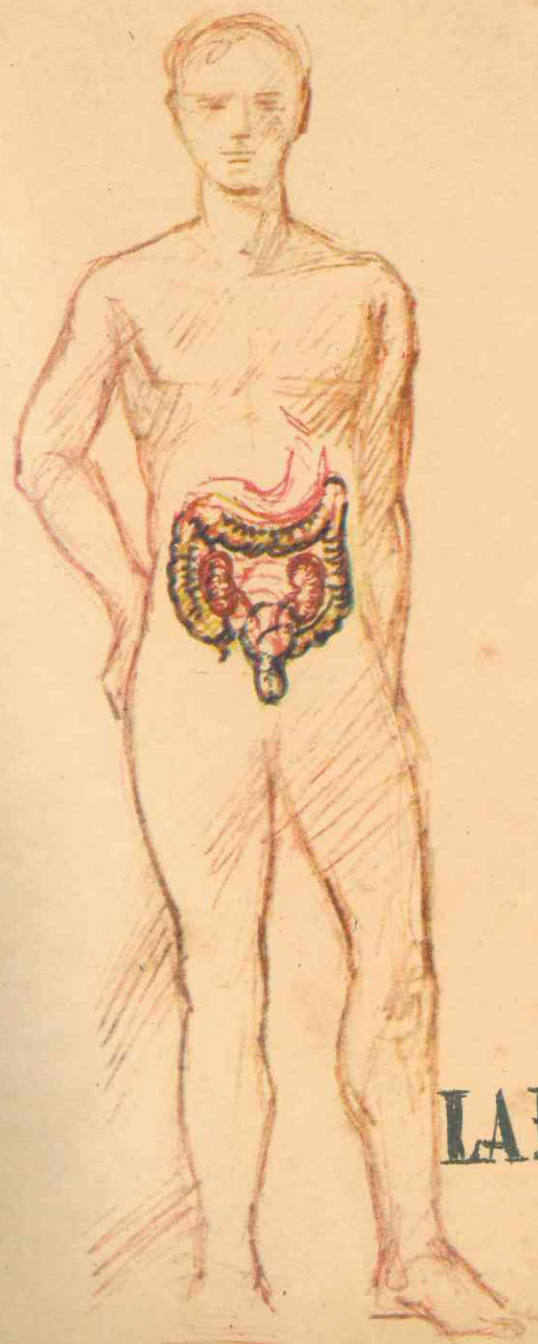
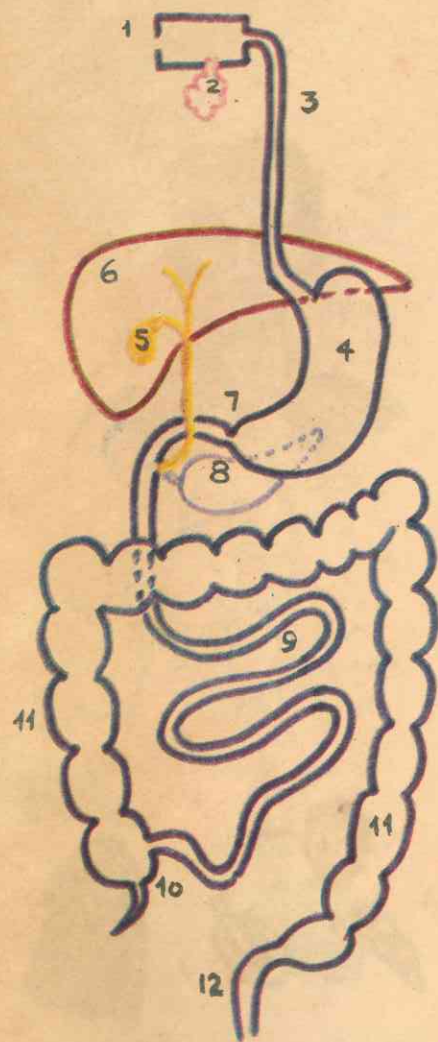
Las grasas, transformadas en ácidos grasos y glicerina en el intestino, al ser absorbidas vuelven a integrarse y se almacenan en el organismo, como los azúcares; también se queman y producen energía que el organismo aprovecha.

Las proteínas, absorbidas como ácidos aminados, en el organismo se integran y sintetizan las proteínas que la producción y crecimiento del protoplasma celular requiere. Sin embargo, también pueden quemarse y producir calor.

La dieta diaria debe contener, no solamente almidones y azúcares, sino abundantes variados alimentos ricos en proteínas tanto vegetales como de origen animal.

Las vitaminas son sustancias que facilitan la asimilación de los alimentos por el organismo y su normal aprovechamiento. La carencia de vitaminas se llama avitaminosis y sus síntomas revelan graves problemas vitales.

Los minerales cumplen funciones importantes en el organismo y, cuando faltan, el organismo manifiesta graves trastornos. El yodo orgánico es esencial para el normal funcionamiento de la glándula tiroidea y el cumplimiento de su papel regulador.



LA EXCRECIÓN

6. LA EXCRECION

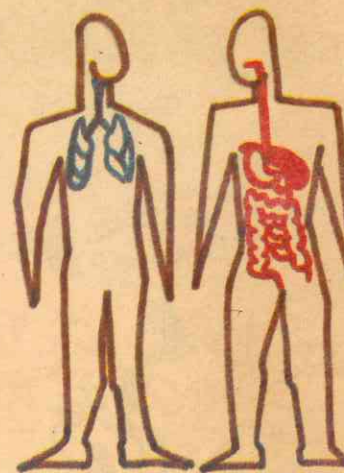
DEFINICION

La *excreción* es el sistema por el cual el organismo se desembara de los elementos innecesarios o perjudiciales. Los aparatos que componen este sistema son: el *intestino* que elimina por el recto las materias sobrantes de la digestión; los *pulmones* a través de los cuales se expulsa el anhídrido carbónico procedente del metabolismo celular; los *riñones* que eliminan agua y sales provenientes del metabolismo general, y la *piel* que tiene algunas funciones muy parecidas a las del riñón. De los primeros aparatos ya hemos hablado y en este capítulo trataremos de los riñones y la piel.

A. LOS RIÑONES

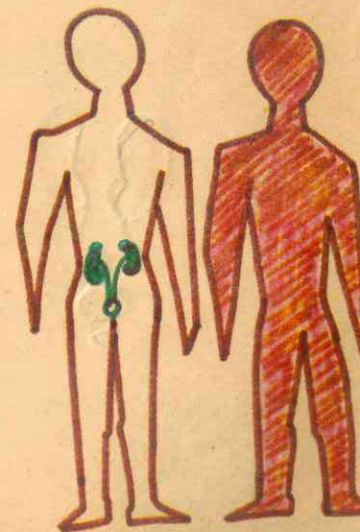
DEFINICION

Los *riñones* son dos órganos en forma de grano de fríjol que se miran uno a otro por su parte cóncava y mide cada uno unos diez centímetros de largo por cuatro de ancho. Se encuentran en la parte posterior de la cavidad abdominal a lado y lado de la columna vertebral, detrás de los órganos digestivos e inmediatamente debajo del diafragma.



PULMONES

INTESTINO



RIÑONES

PIEL

SISTEMA EXCRETORIO

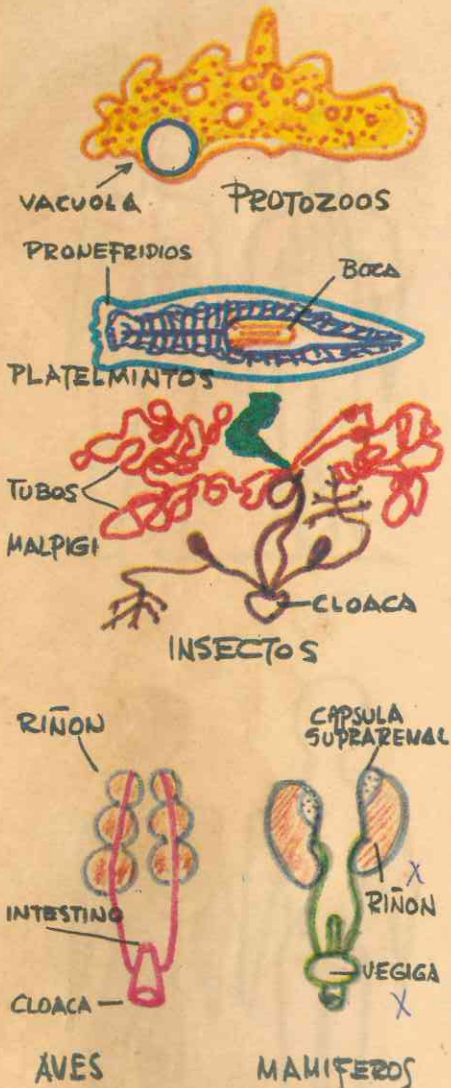
PALEONTOLOGIA

Podemos investigar los sistemas de excreción de todo el reino animal desde los *protozoarios* y aún desde todas las *células animales* pues sabemos que estas tienen unas *vacuolas contráctiles*, que al contraerse y dilatarse mantienen una cierta circulación y ayudan a eliminar los elementos que la célula no necesita. Esta vacuola contráctil es una pequeña vesícula del protoplasma que elimina con el agua las sustancias de desecho. Los *platelmintos* que están en el origen de los vertebrados poseen células excretoras especializadas para eliminar líquidos y elementos innecesarios o perjudiciales para sus sistemas y tienen, además, tubos que desembocan en un *poro excretor*. Los *insectos* están dotados de lo que se llama *túbulos de Malpighi* que se encuentran en la cavidad abdominal, desembocan en el tubo digestivo y absorben por todas partes los elementos de desecho para su eliminación.

En los *vertebrados* todo el sistema excretor es fundamentalmente el mismo. En los *inferiores* los túbulos renales parten del *celoma* o cavidad general del cuerpo y en muchos de estos animales tienen relación el aparato urinario con el reproductor. En los *vertebrados superiores* el origen del aparato urinario está íntimamente relacionado con el aparato reproductor por lo cual se le denomina también sistema urogenital.

El sistema de excreción renal ha evolucionado en forma bastante independiente del resto del organismo. Esto nos explica lo relativamente tolerados que son los injertos renales en comparación con el rechazo orgánico que casi siempre se presenta en el caso del corazón.

Morfología del riñón. — De la parte cóncava del riñón, es decir, del borde de cada uno de ellos que mira hacia la columna vertebral sale un embudo, la *pelvis renal* que recoge la orina producida por el riñón y que tiene su embocadura conectada a este; su parte estrecha se continúa primero hacia adentro, hacia la columna vertebral, y luego por medio de un canal llamado *uréter* desemboca, uno a cada lado, en la parte posterior de la *vejiga urinaria*.



EVOLUCION DE LOS EMUNTORIOS

El *uréter* es un órgano con paredes musculares que se contraen y se relajan, y mediante este sistema impulsa la orina desde la pelvis hasta la vejiga por un mecanismo parecido en el que estudiamos en el aparato digestivo y en el circulatorio. Tiene un gradiente que va desde la parte superior hasta la inferior. En la desembocadura de ambos ureteres en la vejiga hay unas válvulas que impiden el reflujo de la orina y evitan que las bacterias vesicales asciendan hasta el riñón.

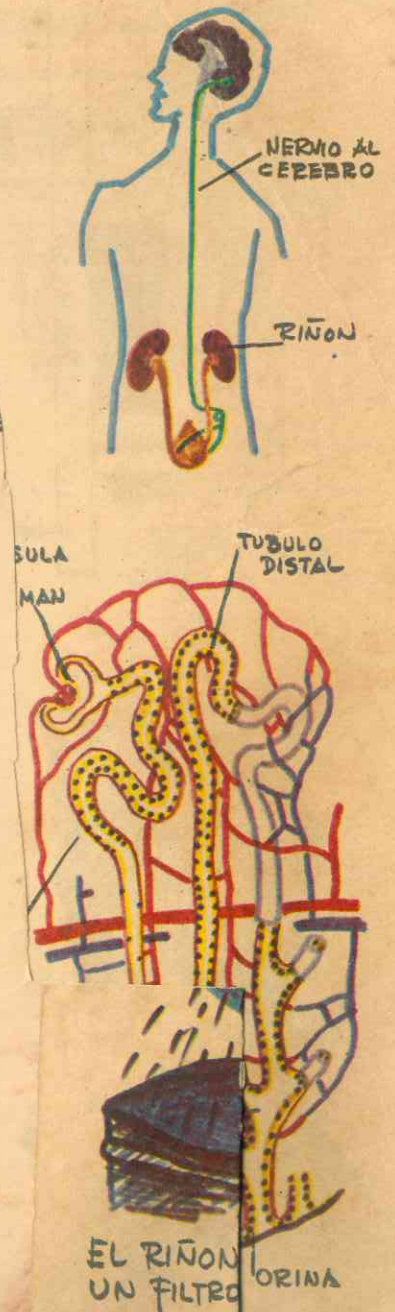
La micción. — La orina sale de los riñones gota a gota permanentemente y va a la vejiga hasta dilatarla a un cierto grado; esta sensación de repleción se transmite al sistema nervioso central y se va haciendo cada vez más consciente la necesidad de la *micción* o sea la evacuación vesical. La vejiga tiene una forma de corazón de naípe invertido en cuya base hay un *esfínter* o anillo muscular que cierra su salida y que solo se abre, en parte voluntariamente, cuando viene la micción. El esfínter da paso a la orina a través de un canal llamado *uretra* por medio del cual sale la orina al exterior.

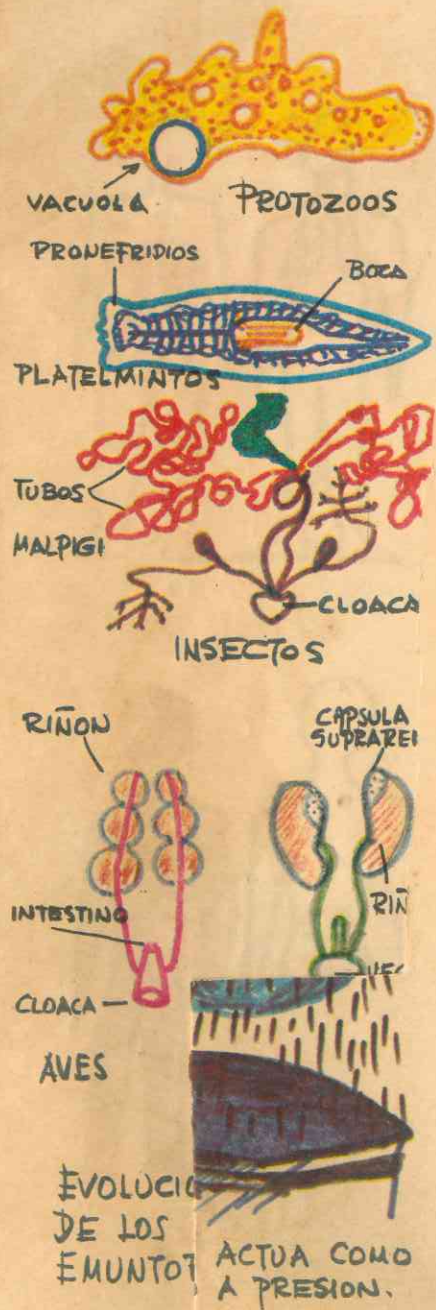
Alrededor de esta zona hay en el varón un órgano llamado *próstata*, que aparentemente no desempeña papel alguno por ser el resto embrionario equivalente a la matriz de la mujer, el cual rodea en forma de casco la parte superior de la uretra.

El nefrón. — La estructura renal es bastante compleja pero podemos esquematizarla atendiendo sólo a uno de los elementos en que se divide. Al hacer un corte frontal del riñón en dos mitades observamos una *corteza renal* que corresponde al borde exterior del riñón o borde convexo; podemos dividir esta corteza en cascos o cuñas que se prolongan hacia el centro del riñón para unirse en la parte cóncava, aquella que mira a la columna vertebral. Esta parte central del riñón se llama la *medula renal*; inmediatamente después de la medula está la desembocadura a la *pelvis renal* o embudo que recoge la orina para conducirla al uréter.

El *nefrón* es la unidad renal y cada riñón tiene muchos miles de nefrones.

La *arteria renal* que viene de la aorta abdominal, penetra por la cara cóncava del riñón y se dirige a





la corteza renal en donde se divide para formar vasos capilares. Cada vaso capilar penetra en una *cápsula* llamada *de Bowman*, que consiste en una primera capa que abraza el *glomérulo* o capilar enrollado y una segunda capa o *cápsula* exterior a la primera a la cual rodea; esta no se cierra en el fondo sino que abre paso a la formación de un tubo, el *túbulo renal*, que se dirige hacia la médula; cuando ha hecho este recorrido regresa hacia la *cápsula* para desembocar en el *tubo colector* en donde desembocan también muchos otros nefrones; estos tubos colectores se vierten en la *pelvis renal*. El capilar después de apretarse dentro de la *cápsula* sale y acompaña el *túbulo* en su recorrido dividiéndose varias veces, regresa con él, y a nivel de la desembocadura del *túbulo* en el *tubo colector* afluye en una vena que va a la vena renal y esta, a su turno, a la cava inferior.

Fisiología renal. — La *arteria renal* hace pasar a través de los capilares la sangre que va a ser tratada por el riñón. Inicialmente, la primera capa de la *cápsula de Bowman*, es decir la que está en contacto con el *glomérulo*, filtra el agua en la cual va disuelta una serie de elementos de los cuales el organismo trata de desembarazarse, al menos por el momento. Hay que tener en cuenta que en menos de cinco minutos toda la sangre alcanza a pasar por los riñones y así sabemos de la efectividad de este sistema. El agua, las sales, la glucosa y la *úrea*, pasan por el capilar y atraviesan la primera capa de la *cápsula de Bowman* y este líquido queda entre las dos capas de la *cápsula* listo a recorrer el *túbulo renal*. Este *filtrado* se hace por un mecanismo físico pues la *arteria aferente* o sea la que llega al *glomérulo* es más ancha que la *eferente* que es la que sale de él; por tanto, la sangre incluida dentro del *glomérulo* está a cierta presión que la empuja a salir para atravesar la *cápsula interna* y quedar dentro de la *externa* que se continúa con el *túbulo*.

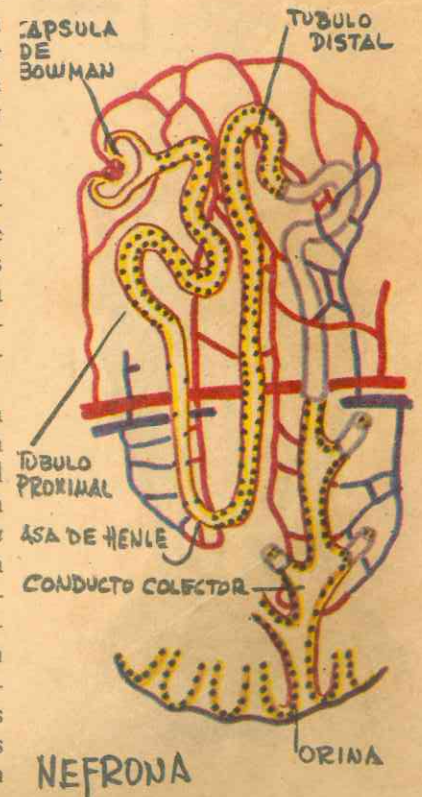
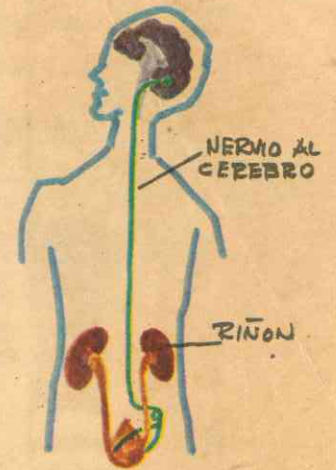
El *filtrado glomerular* tiene todos los componentes del plasma menos los glóbulos y las proteínas. A medida que el *filtrado glomerular* hace su recorrido a través del *túbulo*, se va reabsorbiendo por las células parte importante de las sustancias que salieron del *glomérulo*, estas pasan a la *arteria* que lo acompaña, y desembocan a la *vena renal*. En primer lugar reab-

sorbe agua; si ha habido mucho aporte en la alimentación se eliminará mucha por la orina y si ha habido poca se eliminará poca. En segundo lugar se reabsorbe la glucosa que normalmente no se encuentra en la orina; pero si el nivel de esta sustancia es muy elevado, como sucede en la diabetes azucarada, el *túbulo* no alcanzará a reabsorberla toda y aparecerá durante la micción.

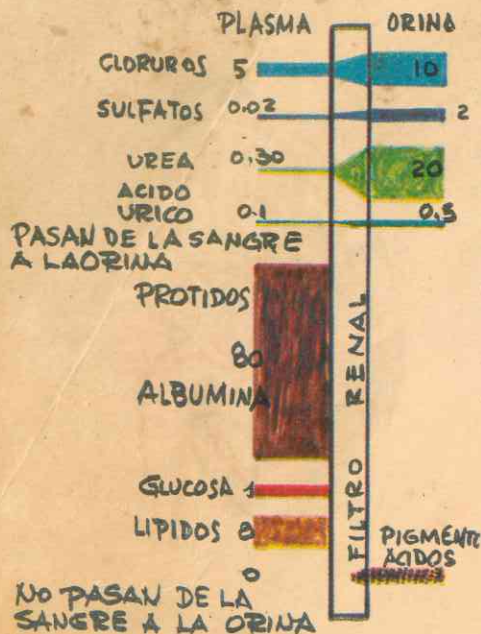
La *reabsorción* es un proceso biológico para seleccionar los elementos que reabsorbe y los que debe dejar pasar. Es uno de los más complicados del organismo. Dada la cantidad de sangre que pasa por estos órganos debemos darnos cuenta de que el riñón trabaja mucho más que el corazón. Por cada 125 litros de *filtrado glomerular* se reabsorben 124 y solo uno, aproximadamente, pasa a la vejiga, a la uretra y luego al exterior.

Finalidad del sistema urinario. — La primera función del riñón es regular la cantidad y composición de la sangre. Por el sistema de eliminar o reabsorber agua mantiene una cantidad constante de líquido en el cual nadan las proteínas y las células sanguíneas y el organismo mantiene así la misma cantidad de sangre. En segundo lugar ayuda a mantener la tasa de glucosa de la orina o *glicemia* pues aunque normalmente no se elimina la glucosa, cuando la tasa de azúcar sube en la sangre a niveles superiores a los que el hígado puede almacenar, se elimina por la orina. Igualmente, la orina contribuye a librar la sangre de su contenido excesivo de sales y restos del metabolismo celular que elimina disueltos en agua.

El volumen de la orina lo ayuda a regular una *hormona* denominada *antidiurética* producida por la *hipófisis* que es una glándula situada en la base del cerebro y cuando se vuelve insuficiente produce una enfermedad muy escasa llamada *diabetes insípida* que quiere decir no azucarada; al faltar la *hormona* el *túbulo* no reabsorbe agua y se eliminan hasta treinta y cuarenta litros diarios lo que produce en los enfermos una sed insaciable y presencia de azúcar en la orina; esta afección se distingue de la diabetes azucarada en que la *glicemia* o azúcar de la sangre es normal por lo cual la eliminación de glucosa a través del riñón no se debe a exceso de esta sustancia en la sangre sino a falta de *reabsorción tubular*.



GRAMOS X LITRO



APARATO URINARIO DE UN GATO

Composición de la orina. — En general la orina contiene un 96% de agua, 1.5% de sangre, y 2.5% de productos orgánicos de desecho, principalmente úrea. Las sales son las mismas que encontramos en la sangre y en los tejidos, de las cuales la más importante es el cloruro de sodio y hay, además, sulfato, fosfato y carbonato de potasio, calcio, magnesio y amonio. La cantidad de sales que se excreta por la orina es regulada por una hormona de la glándula suprarrenal llamada aldosterona. Ya hemos visto que la *suprarrenal* es un casquete puesto encima de cada riñón que contribuye a mantener la tensión arterial; gran parte de esta tensión está determinada por la presencia de sal en el organismo como lo vimos en el aparato circulatorio.

Del litro a litro y medio de orina que se excreta diariamente hay unos 60 gramos de sólidos, especialmente la *úrea* proveniente de la desintegración de las proteínas, el *ácido úrico* que procede también de otras proteínas llamadas los ácidos nucleicos, y la *creatinina* que proviene del metabolismo en los músculos; el color amarillo de la orina se origina en un pigmento denominado *urocromo* que viene de la desintegración de la hemoglobina por el bazo y el hígado.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

De acuerdo con las técnicas de disección que hemos visto en capítulos anteriores, puede estudiarse el aparato urinario en la rana o en el conejo, o también puede utilizarse un riñón de cerdo o de buey de los que se consiguen con destino a la cocina.

Al abrir el animal por su cara ventral vemos los *riñones* localizados en el fondo del abdomen, en la parte más alta contra la reja costal. Tienen su parte cóncava, es decir, por donde entra la arteria renal y salen la vena y el uréter, mirando hacia la columna vertebral. Observar la forma exterior del riñón.

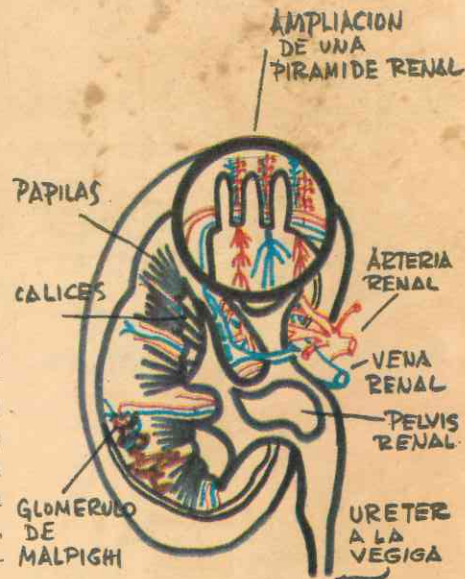
Con el riñón en nuestras manos, una vez sacado de su localización, hacemos un corte frontal que comprende, por tanto, el borde externo y el interno, y vemos la disposición característica de la corteza donde están los *glomérulos*, y la *medula* por donde corren las *arterias*, *venas*, *túbulos renales* y *canales colectores*. Las *cuñas* que componen la medula tienen una disposición en forma de *pirámide* con base en la corteza que dan la conformación al riñón, y se observa la desembocadura de todos

los *canales colectores* a la *pelvis renal*. En el animal apreciamos el progreso del *uréter* que se vierte a lado y lado de la *vejiga* en su parte posterior. Vemos la vejiga en su lugar y la desembocadura de esta en la *cloaca* en el caso de la rana, y por los *órganos urinarios externos* en los mamíferos.

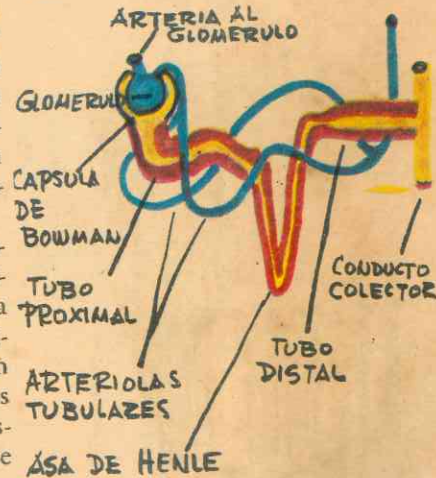
Enfermedades del aparato urinario. — La enfermedad infecciosa más grave de los riñones es la *nefritis* que consiste, inicialmente, en una afección del capilar glomerular el cual al inflamarse cierra su luz, aumenta su tensión y permite primero, por inflamación de la cápsula, el paso de proteínas procedentes de las paredes destruídas y luego de glóbulos rojos; proteínas y glóbulos recorren el túbulo y se eliminan con la orina. Al principio la enfermedad se presenta como cualquier afección febril con calofríos y fiebre, malestar general y dolor localizado arriba de la cintura. Si la afección continúa, el riñón inflamado produce una substancia llamada *renina* que pasa a la sangre y cierra el calibre de las arteriolas de todo el organismo lo que aumenta la presión arterial. Esta hipertensión, a veces permanente, ayuda a mantener el círculo vicioso pues agrava la afección renal con lo cual continúa aumentando la presión arterial que en ocasiones sube hasta 22 y 26 centímetros como tensión arterial máxima. Los enfriamientos son causa muy frecuente de las nefritis, lo mismo que las infecciones crónicas de las amígdalas.

La continua pérdida de proteínas a través del glomérulo en las nefritis crónicas disminuye la capacidad del plasma para reabsorber el agua y se origina una retención de este líquido en los tejidos, denominado *edema*, que se presenta más frecuentemente en la parte inferior de las piernas, en las manos y en los párpados. En la última etapa de la enfermedad disminuye de manera acentuada el volumen de orina y se acumulan en la sangre los productos finales del metabolismo celular lo que produce una intoxicación llamada *uremia* que es el proceso final de la nefritis y del cual rara vez puede regresar el paciente pues conduce fatalmente a la muerte.

En casos de *uremia* se utiliza un *riñón artificial* que consiste fundamentalmente en una bomba que hace pasar sangre del enfermo a través de una membrana de celofán que hace el oficio de glomérulo.

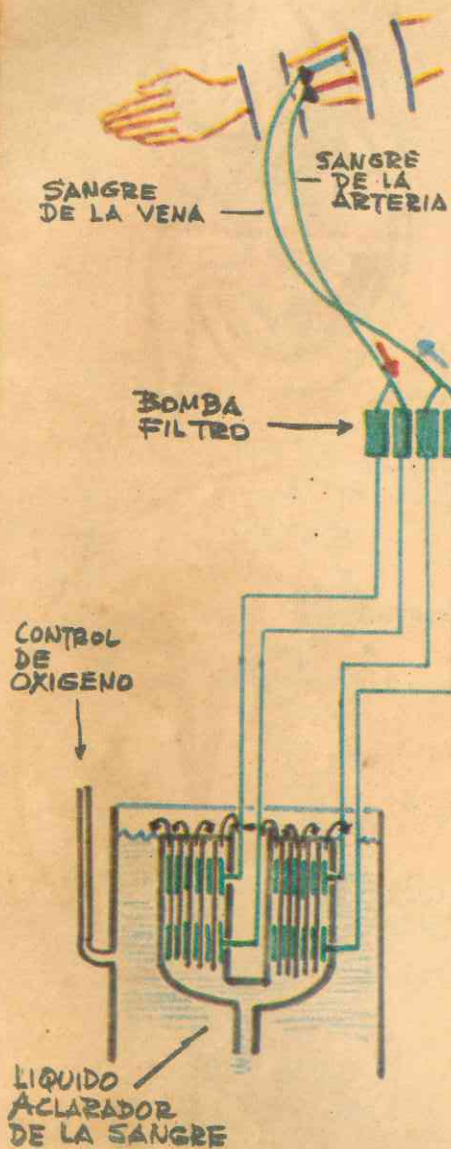


CORTE SAGITAL DEL RIÑON



UNIDAD FUNCIONAL DEL RIÑON

RENOVACION MECANICA DE LA VIDA



Este riñón artificial puede salvar muchas vidas pues la falta de excreción crea un estado del cual el organismo no puede salir sin el auxilio de este aparato que, por otra parte, no siempre es efectivo pues el daño puede ser de tal naturaleza que haga insuficiente el remedio.

Pequeños focos infecciosos de la pelvis renal pueden ocasionar acumulación de sales y formación de *cálculos renales* los cuales, al desprenderse de la pelvis y tratar de emigrar hacia el uréter que es un canal muy estrecho, lo hieren y provocan un dolor, posiblemente el más fuerte que sufre el hombre y que sólo se calma al caer la piedrecita a la vejiga en donde ya tiene un ambiente más amplio y no causa trastornos. A veces la piedra es suficientemente grande como para no pasar por el uréter y entonces sólo la intervención quirúrgica permite la extracción del cálculo con el peligro de su reproducción por infecciones posteriores.

Otra afección urinaria es la *cistitis* o infección de la vejiga. Esta infección produce fuerte dolor sobre todo al final de la micción o salida de la orina; pasadas unas horas produce deseos de orinar a cada momento pero sólo salen unas pocas gotas con mucho dolor. Los enfriamientos son causa muy frecuente de esta afección. Entre nosotros la colitis amibiana contribuye a la presentación de la cistitis pues las amibas al ulcerar el colon lo hacen permeable a los colibacilos, bacterias que son huéspedes normales del intestino grueso y que al emigrar por el aparato circulatorio infectan la vejiga. Igualmente la infección de la vejiga provoca cálculos que a veces son bastante grandes y deben ser extraídos quirúrgicamente pues no hay manera de disolverlos. Los cálculos vesicales casi nunca provocan mucho dolor pero sí molestias e infecciones.

Finalmente, las infecciones de la uretra llamadas *uretritis*, la más frecuente de las cuales es la blenorragia producida por un microbio, el gonococo; se adquiere por lo general por contacto directo con otra que padece la enfermedad, y la primera manifestación es dolor al orinar y abundante supuración. Esta enfermedad ha desaparecido mucho pues se trata muy fácilmente con antibióticos y solo la contraen personas incultas y desaseadas.

B. LA PIEL

DEFINICION

La superficie externa del cuerpo es un órgano al cual llamamos *piel* y se puede considerar también como un saco que rodea el organismo en donde están incluidos todos los órganos del cuerpo; fundamentalmente la piel es el límite del cuerpo y como tal tiene una función defensiva contra las agresiones exteriores.

En los animales superiores la piel, sin dejar de desempeñar la función a que hemos hecho referencia, tiene una importancia extraordinaria, especialmente en el hombre, como órgano de excreción. Efectivamente, es un complemento del riñón pues el sudor tiene la misma composición química de la orina aunque un poco más diluida; es una orina menos concentrada.

Como órgano de excreción la piel es insustituible: nos pueden extraer un riñón y la mitad del otro, es decir el 75% de la capacidad de excreción renal, y el resto de riñón y la piel ejercerán su función sin dificultad. En cambio, si por una quemadura perdemos más del 10% de la piel se compromete seriamente la salud.

PALEONTOLOGIA

La piel tiene su antecedente en la *membrana celular* que no sólo es órgano de excreción sino también de absorción, tal como sucede en los *protozoarios*. Los *platelmintos* a través de la piel absorben oxígeno y alimento, y excretan los elementos inútiles y perjudiciales para el organismo. Los *peces* tienen escamas como parte constitutiva de la piel que los protege de las agresiones del exterior. Los *anfibios* encontraron la superficie terrestre vacía y no crearon elementos especiales de defensa por no necesitarlos. Los *reptiles* llegaron a formar corazas muy fuertes para preservarse de los ataques de sus congéneres. Las *aves* tienen su piel con plumas que las protege

LA PIEL DE LOS ANFIBIOS ES UN ORGANNO EXCRETOR EN ESPECIAL PARA ELIMINAR EL ANHIDRIDO CARBONICO.



del frío y por su poco peso ayudan al vuelo. Y los mamíferos poseen una piel dotada de pelos que les sirven también de protección contra el frío. El hombre tiene la piel desnuda y los pelos que le quedan sólo son restos, abundantes apenas en la cabeza con la característica de que se pierden con la edad cuando viene la calvicie.

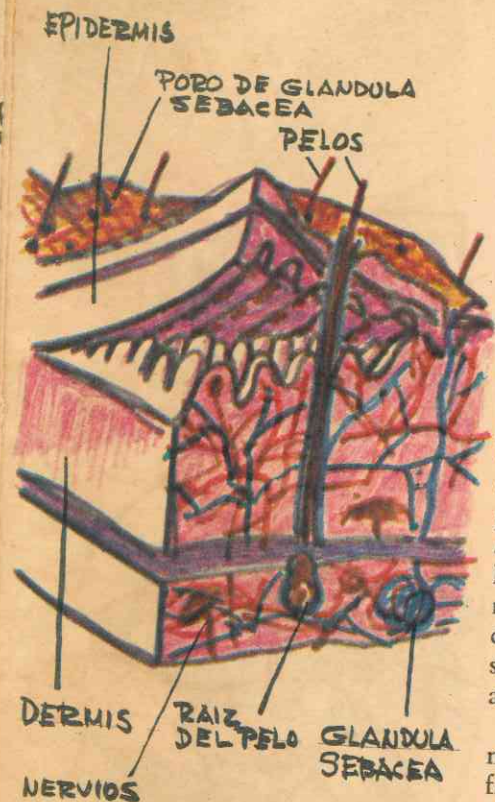
La piel humana es, pues, débil y tiene escasos recursos naturales de defensa, por lo cual el hombre ha tenido que inventar el zapato, el vestido y el sombrero. La principal función de la piel es, entonces, la excreción.

Estructura de la piel. — La piel tiene dos partes principales; una capa externa relativamente delgada que es la *epidermis*, sin vasos sanguíneos y cuyo espesor varía en las diversas partes del cuerpo, siendo muy delgada en la cara anterior del antebrazo y más gruesa en las plantas de los pies, en las palmas de las manos y en las puntas de los dedos. La superficie epidérmica tiene unas pequeñas crestas con dibujos permanentes que al ser pasadas al papel sirven como *huellas digitales*, pues no hay dos iguales, y ayudan a la identificación de las personas. Estas capas exteriores escaman constantemente y son reemplazadas por células que vienen de capas interiores. La capa más superficial es una capa córnea muerta, proveniente de antiguas células de las capas interiores de la piel.

La capa más interna, llamada *dermis*, es mucho más gruesa que la anterior y está compuesta de tejido fibroso y células de tejidos conjuntivos que constituye un relleno del organismo. Por esta capa circulan muchos vasos sanguíneos y filetes nerviosos, y se encuentran en ella glándulas sudoríparas, glándulas sebáceas y folículos pilosos.

Las células epidérmicas tienen un color amarillento transparente que permite ver en el fondo el rosado de los vasos sanguíneos, y un pigmento llamado *melanina* que contribuye a darle las diversas coloraciones a la piel.

El *cabello* y las *uñas* son dependencias de la piel y se originan en ella; son apéndices de tipo vegetal por lo cual su crecimiento es indefinido y no son sensibles. Cada pelo tiene un *folículo piloso* que le da origen.



ESQUEMA
CORTE DE LA PIEL

Las glándulas sebáceas vierten su secreción a la epidermis lo mismo que las sudoríparas. Cada folículo piloso está asociado con una glándula sebácea pues estas le suministran un aceite que lo hace dócil y lo mantiene ligeramente húmedo.

La sudoración. — A través de la piel hay evaporación de agua por *perspiración* insensible y por el sudor. La *perspiración* consiste en el paso del agua a través de la epidermis, y aunque no se ve ni se siente alcanza hasta medio litro al día. La *sudoración* se hace por las glándulas sudoríparas que son abundantes en las manos, las plantas de los pies, las axilas y la frente, y su secreción alcanza aproximadamente a medio litro diario; es mayor en los climas calientes y puede ser menos en las muy frías. La capacidad de sudoración de la piel es mucha en condiciones de ejercicio violento, de excitabilidad nerviosa por miedo, susto, alegría u otras emociones, y puede llegar hasta 12 litros por día. Por medio de esta evaporación se baja la temperatura del cuerpo, se pierde mucho líquido, hay aumento de sed y, desde luego, en pocas horas puede perder el organismo algunos kilos de peso.

La sudoración es influida por el sistema nervioso que al dilatar o contraer los capilares permite mayor o menor acceso de sangre a la superficie cutánea; la presencia de la sangre aumenta la sudoración y su ausencia la disminuye. También la glándula tiroides influye en la sudoración: el exceso de funcionamiento de esta glándula aumenta las combustiones orgánicas y, por tanto, hay mayor sudoración y la piel es húmeda; su disminución por debajo de lo normal trae temperatura exterior fría y piel seca.

Del funcionamiento de la piel, de la presencia del sudor, de las glándulas sebáceas que producen grasa, y del polvo y las impurezas del ambiente que se adhieren al cutis se deduce la necesidad del baño diario para limpiar la epidermis para que su funcionamiento sea normal. En primer lugar evitamos que las bacterias puedan colonizar en los restos celulares y de sebo que hay en toda la superficie cutánea lo que produce mal olor y frecuentes infecciones del tipo de los barros y los forúnculos. El



CORTES ESQUEMATICO
DE UN PELO
Y SU IMPLANTACION
EN LA PIEL

baño debe ser diario y en agua tibia que no pase de 40°C. En las zonas frías nunca debe ser el baño muy frío pues ocasiona el enfriamiento del cual a veces es difícil reponerse en el día aun haciendo algún ejercicio. El baño en agua caliente tiene, además, la ventaja de disolver mejor la grasa y debe hacerse siempre con jabón que ayuda a mantener limpia la piel. Al cabello no le debemos aplicar jabón más de dos veces por semana pues su condición de elemento vegetativo hace que se pueda dañar pues los jabones son cáusticos y se afectan los bulbos pilosos de donde proceden los pelos. En cambio debemos limpiar las uñas de las manos por lo menos dos veces al día con agua, jabón y cepillo.

Debemos tener en cuenta que para el cuidado de la piel, en especial de la femenina, hay un sinnúmero de cremas y productos de belleza que prestan muy buen servicio para limpiarla, nutrirla y desmancharla. Hay casas serias que producen estos artículos de tocador con fórmulas muy efectivas.

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

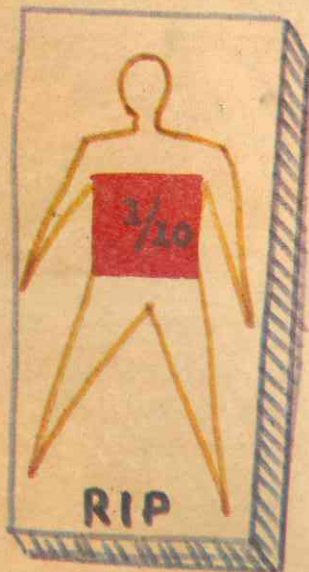
Introducir el brazo en un talego transparente de plástico bien ajustado a nivel del codo, y observar un rato después las gotas de sudor.

Enfermedades de la piel. — La piel, como hemos estudiado, es muy susceptible a las agresiones del medio exterior. En primer lugar las bacterias la afectan si es enferma pero si es sana se defiende de ellas. El calor excesivo la quema, lo mismo que los rayos del Sol; debemos tener cuidado para no exponerla a quemaduras que pueden resultar muy peligrosas. Hay quemaduras de primer grado que afectan la epidermis cuyo ejemplo puede ser la producida por un rato de permanencia a la luz del Sol que provoca lo que se llama *eritema solar* o piel enrojecida que no es muy dolorosa; en dos o tres días mejora la situación. Las quemaduras de segundo grado comprenden también la dermis y pueden ocasionar dificultad en la cicatrización e infecciones pues constituyen una verdadera herida que mana agua procedente del líquido intersticial y de los capilares sanguíneos en caso de que estos hayan sido afectados. Las quemaduras de



SUDORACION

QUEMADURA DE 3ER GRADO



RIP

tercer grado lesionan órganos; son provocadas por ácidos o por fuego y son muy graves.

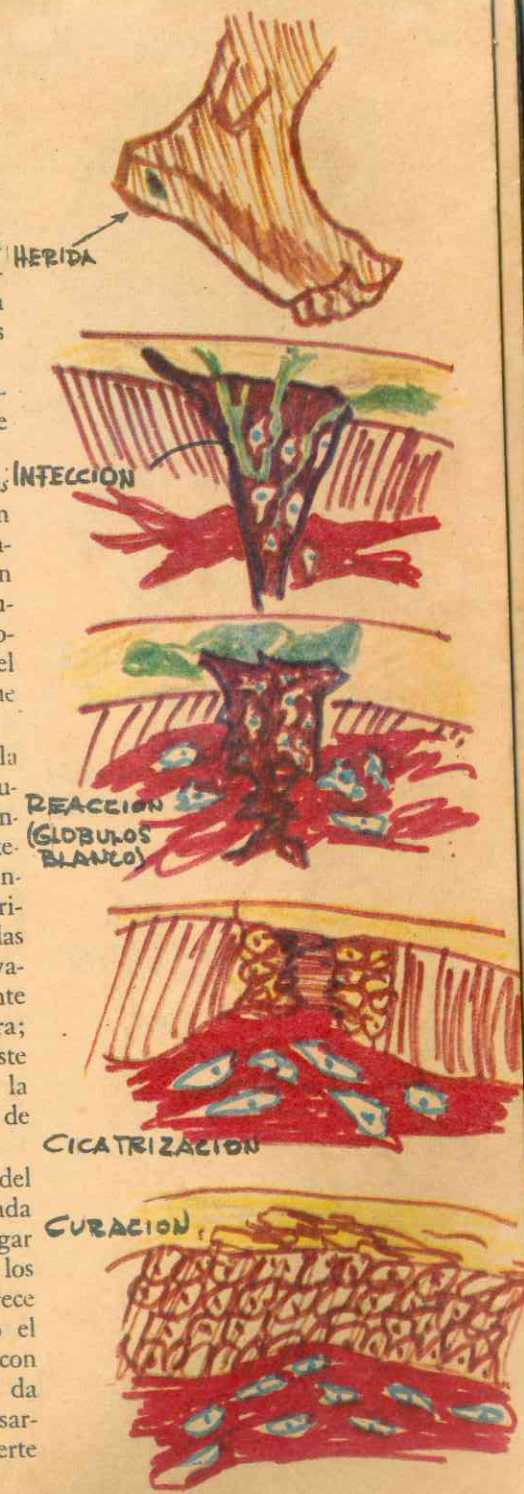
Pero fuera de esta clasificación hay que tener en cuenta la extensión de la quemadura; una quemadura de segundo grado que comprenda el 10% de la piel afecta seriamente el organismo y puede comprometer la función renal, desencadenar la uremia y la muerte. Toda quemadura que pase de este punto es más grave cuanto más extensa.

También la piel es muy sensible a la presión constante como sucede con la ropa muy ajustada que ocasiona su pigmentación y deslustre.

Debemos anotar también la presencia de lunares repartidos por toda la superficie cutánea; estos son normales y corresponden a pigmentaciones por melamina, generalmente de color carmelita que no tienen mayor importancia. Las pigmentaciones de color azulado deben ser examinadas por el médico cuando comienzan a cambiar de color ya que puede ser el asiento de cánceres de la piel, muy malignos porque ocasionan metástasis con gran rapidez.

Las heridas son una solución de continuidad en la piel producidas por un arma cortante o por un traumatismo cualquiera, y deben ser cuidadosamente vendadas para protegerlas de la infección. Debemos tener en cuenta que pueden ser la entrada de una enfermedad llamada *tétanos*, producida por el *Clostridium tetani*. Este germen es propio sobre todo de las tierras calientes y húmedas y de los terrenos cultivados, y está en relación con el estiércol especialmente de caballo y aún humano que contaminan la tierra; con motivo de cualquier herida, aunque sea leve, este germen puede ocasionar la enfermedad. Contrasta la difusión universal de este microbio con lo escaso de la enfermedad.

El tétano se inicia con una rigidez o aumento del tono de los diversos grupos musculares, acompañada de inquietud e irritabilidad y dificultad para tragar debida a espasmos en los maseteros que son los músculos que ajustan los maxilares. Después aparece mayor rigidez en la nuca y en general en todo el cuerpo, la cual va siendo cada vez más intensa con participación de la musculatura de la cara lo cual da al paciente una expresión grotesca llamada risa sardónica. La contracción de la dentadura es tan fuerte



HERIDA

INFECCION

REACCION (GLOBULOS BLANCOS)

CICATRIZACION

CURACION



LEPRA LEPROMATOSA
LESIONES CLASICAS EN:
OREJA, MEJILLA, NARIZ
ATROFIA MUSCULAR DE LA MANO
Y EVERSION TIPICA DEL PULGAR



que a veces rompe los didentes. Para calmar al paciente se utilizan sedantes pero estos más bien contribuyen a aumentar la gravedad del cuadro. El paciente conserva por lo general el conocimiento lo que hace más dolorosa su enfermedad que lo conduce a un intenso grado de intoxicación y a la muerte.

El tratamiento se hace por medio de *antitoxinas* procedentes de sueros de caballo aunque las antitoxinas son más que todo preventivas pues cuando la enfermedad se ha declarado raras veces preservan al paciente de la muerte. También los antibióticos, en especial la penicilina y la terramicina, tienen efectos antes de presentarse las manifestaciones clínicas de la enfermedad por lo cual son habitualmente suficientes en los heridos en peligro de contraerla. Cuando la herida está muy infectada y contaminada con estiércol de caballo, y en tierras calientes, debe utilizarse la antitoxina teniendo presentes las precauciones que se deben tener con el suero de caballo, las cuales ya hemos anotado, en el sentido de que una vez aplicado no se debe repetir durante algún tiempo porque ocasiona trastornos graves y aún la muerte.

La *lepra* es una de las afecciones con más historia. Aunque es enfermedad general, que afecta todo el organismo, sin embargo tiene una manifestación cutánea con desfiguración de la cara que la hace clasificar entre las afecciones de la piel. La produce el bacilo de Hansen, de la familia del de la tuberculosis y afecta la piel, la nariz, la faringe y la laringe; otras veces ataca principalmente los nervios de los miembros superiores e inferiores. Afección de origen asiático, que invadió el Africa antes de la era cristiana con la emigración de los pueblos hacia ese continente. Con las Cruzadas llegó a Europa en donde se manifestó con brotes epidémicos, y con la colonización llegó a América.

En general, es una afección muy difícil de adquirir pues el organismo se defiende mucho de ella como en el caso de la tuberculosis. No sabemos cómo se opera el contagio, pero posiblemente es por contacto con personas enfermas cuando el receptor es susceptible. Hay personas que conviven durante años con leprosos sin tomar precaución alguna y no contraen la enfermedad; otras la adquieren sin saberse cómo.

En Colombia se tomaron precauciones contra la lepra aislando a los leprosos en Agua de Dios y en Caño de Loro. Hoy no se aíslan pues los tratamientos actuales blanquean al paciente, es decir que se suspende la evolución de la enfermedad y mejora su aspecto exterior. La enfermedad evoluciona por brotes, es decir que tiene períodos espontáneos de recrudescimiento y de mejoría.

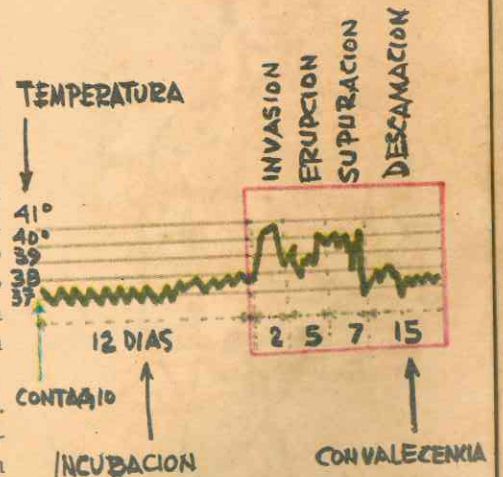
Lo que podemos dar por sentado es que una buena alimentación, el baño diario y el jabón destierran la lepra. Esta es un grave problema de la India y de Africa que entre nosotros se ha solucionado en parte pues ha disminuído la incidencia de la enfermedad con las campañas de higiene adelantadas en las zonas afectadas por la lepra. Sólo debemos tener en cuenta, para su prevención, el relativo aislamiento de los enfermos cuando hay niños en la casa pues estos son más susceptibles, y mientras los pacientes muestren bacilos en la linfa donde se investigan, de donde desaparecen con los tratamientos antibacterianos.

El *sarampión*, enfermedad eruptiva de la infancia, es producido por un virus; se inicia con un estado aparentemente gripal y al cabo de tres a siete días aparecen detrás de las orejas o en la cara unas pápulas rojizas que se difunden hacia abajo para cubrir todo el tronco y los miembros. La fiebre que acompaña la iniciación de la enfermedad desaparece después del brote. El *exantema* desaparece en el mismo orden que apareció, a los cinco días aproximadamente. La principal complicación del sarampión son las afecciones bronquiales que pueden ocasionar bronquitis más o menos graves. Aunque es enfermedad especialmente de los niños es sumamente contagiosa aún para los mayores que no la han contraído pero inmuniza casi siempre por toda la vida. El contagio se efectúa de hombre a hombre por las gotas de saliva en donde viajan los virus. No hay tratamiento para esta afección.

Otra enfermedad producida por virus es la *viruela*. Conocida en Asia y Africa desde la antigüedad, azotó a Europa durante la Edad Media diezmando la población, y fue importada a América por los conquistadores europeos donde igualmente diezmo las poblaciones indígenas. Es una enfermedad que tiende a desaparecer con la vacunación; muy rara ya en



VIRUELA
FASE ERUPTIVA



EVOLUCION Y SINTOMAS
DE LA VIRUELA

Europa, ha desaparecido también en algunos países americanos. En Colombia se adelantan campañas de vacunación y cada día es menos frecuente la enfermedad aunque todavía se presentan algunos casos no sólo en niños sino también en adultos. Es una enfermedad febril contagiada de persona a persona que produce unas vesículas que invaden todo el cuerpo, de la cabeza a los pies; deprime mucho al paciente y ocasiona, sobre todo en las personas mayores, frecuentes muertes. A veces deja marcada la piel, particularmente la de la cara, con un punteado hecho como con sacabocado que la dejan señalada de por vida. Una vez que se ha presentado la infección no tiene tratamiento y hay que dejar que evolucione cuidando al paciente para que no le sobrevengan complicaciones que acaben con su vida o dejen señales en su cara. La *varicela* es enfermedad de la misma familia de la viruela aunque más benigna.

La prevención de la viruela se hace mediante la vacunación. Esta vacuna se descubrió en Inglaterra donde se había observado que los variolosos infectaban las ubres de las vacas al ordeñarlas; en los animales se formaba una pústula o viruela que al ser tocada por otro ordeñador se reproducía en su mano pero este ya no adquiría la enfermedad. Dicho método es el que se utiliza actualmente, infectando la superficie ventral de una ternera inyectándole en varios puntos viruela procedente de un enfermo. Las pústulas que se forman en la superficie de la piel del animal contienen una linfa que se absorbe entre tubos capilares y es la que se emplea para vacunar a los niños. En síntesis, la vacuna consiste en una sola viruela con virus atenuados que provocan una enfermedad en pequeño e inmunizan al individuo. La vacuna debe aplicarse a partir de los diez primeros días de nacido el niño como en Europa o a partir de los seis meses como en Colombia; cada siete años se repetirá la inyección, por lo menos cuatro veces en la vida. Cuando con la vacuna se presenta viruela es porque existe susceptibilidad a ella; de lo contrario el individuo tendría suficientes elementos para defenderse de la enfermedad.

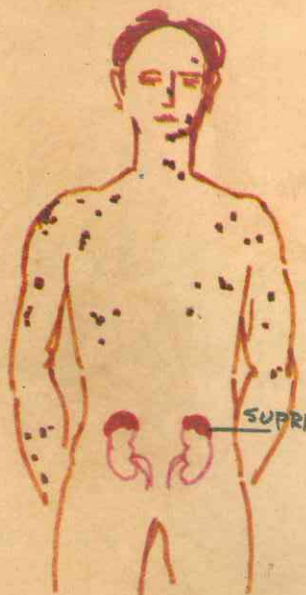
La *enfermedad de Addison* no es propiamente una afección de la piel pero tiene una manifestación cutánea que debemos estudiar aquí porque nos explica



REACCION A LA VACUNA DE LA VIRUELA



LANCETA PARA VACUNACION



SUPRARRENALES

ENFERMEDAD DE ADDISON

muy bien la fisiología de la piel. Se trata de una insuficiencia suprarrenal que trae como consecuencia una tendencia a la pigmentación de la piel. Ya hemos visto la localización de la glándula suprarrenal como un casquete puesto sobre el riñón; cuando esta glándula es insuficiente produce una baja en la tensión arterial, fatiga, nerviosidad, falta de capacidad para el trabajo físico y aumento de pigmentación en ciertas zonas como las rodillas, la cintura y en los sitios donde la ropa hace especial presión, y se presenta en todo el cuerpo una coloración negroazulada característica. Esta enfermedad se trata con extracto de glándula suprarrenal producido en los laboratorios.

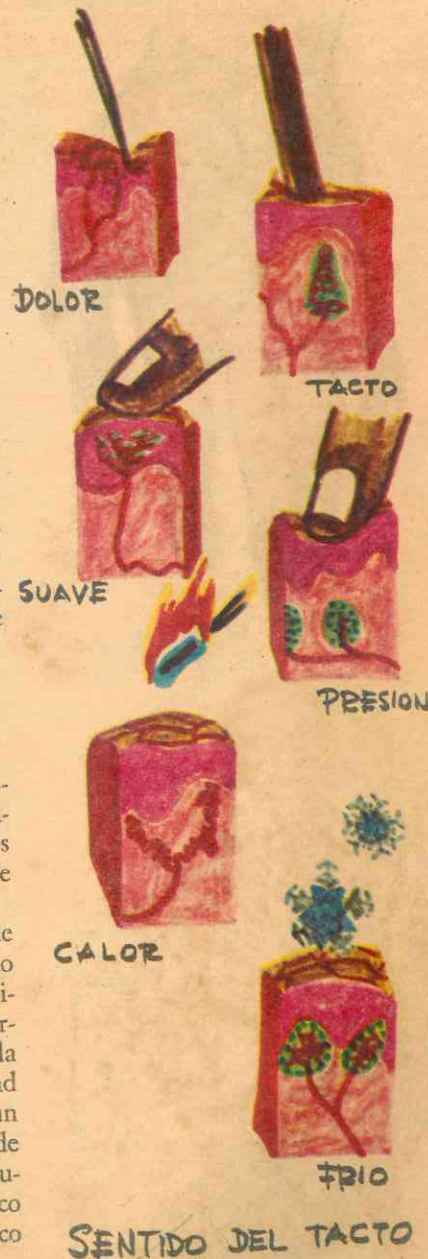
El origen del control de la glándula suprarrenal sobre la pigmentación de la piel se ve patente a lo largo de la escala de los vertebrados y la podemos observar en los peces de acuario cuando son coloreados: cambian rápidamente de color cuando se asustan y casi lo pierden por completo cuando están muy sometidos a la luz directa del Sol; entonces les aparecen manchas color carmelita o azul oscuro que reemplazan la coloración de la especie.

LOS SENTIDOS DEL TACTO

Los órganos de los sentidos corresponden a una especialización en el reino animal a partir de los gusanos por toda la línea de los invertebrados y de los vertebrados, y proviene de una propiedad general de la célula viva de responder a estímulos.

Los protozoarios que no tienen ojos se retiran de una fuente de luz. En las plantas existe el fenómeno del crecimiento hacia la luz que indica una sensibilidad difusa, y en todos los animales inferiores observamos esa sensibilidad que podemos resumir con la denominación de sentido fotoquímico o sensibilidad a la luz, y sentido del tacto que es la respuesta a un estímulo físico por medio de un elemento táctil de tipo mecánico como ocurre cuando tocamos un gusano directamente o con una barra, de tipo eléctrico por medio de corriente eléctrica o de tipo químico por medio de un irritante químico.

A medida que nos adelantamos por la línea de los vertebrados encontramos que esa sensibilidad difusa se va concretando en órganos: primero la vista y lue-



SENTIDO DEL TACTO



CORPUSCULO
DE PACINI



CORPUSCULO
DE
MEISSNER

go el oído, el gusto y el olfato; el más difuso de todos es el sentido del tacto que está localizado en toda la piel.

El tacto procede de las terminaciones de los nervios sensitivos a través de la superficie cutánea y lo podemos dividir en varias partes: sentido del tacto propiamente dicho, sentido del dolor, de la presión, del frío y del calor.

Las terminaciones nerviosas tienen unos órganos finales que están incluidos en la dermis a alturas más o menos cercanas a la epidermis. Los más superficiales son los *bulbos terminales de Kreuse* que transmiten las sensaciones de frío; siguen los corpúsculos de Ruffini que transmiten el calor; los *corpúsculos de Meissner* que transmiten el tacto propiamente dicho; los *corpúsculos de Pacini* que transmiten la presión profunda y son los más profundos, y las terminaciones nerviosas libres que están entre la dermis y la epidermis las cuales transmiten las *sensaciones dolorosas*. Todas estas terminaciones nerviosas repartidas por la superficie cutánea se comunican por medio de fibras nerviosas con las astas posteriores de la medula espinal que estudiaremos más adelante, por donde se transmiten todas las sensaciones táctiles. Con el término *tacto* se resumen todos estos sentidos los cuales a través de una inmensa red que recorre el cuerpo comunican las sensaciones exteriores a la intimidad del sistema nervioso central.

Fisiología del tacto. — Suponemos que el cuadro del mundo exterior que percibimos a través de los sentidos es un cuadro real, pero debemos saber que este cuadro puede estar más o menos modificado por el sentido. Para que podamos percibir una imagen exacta del medio que nos rodea tiene que estar intacto el órgano que percibe: la piel debe dejar pasar la sensación, el corpúsculo debe estar sano, la fibra nerviosa íntegra lo mismo que su ingreso en la medula espinal, y su ascensión hasta el cerebro tiene que estar intacto para que tengamos la sensación real de lo percibido.

Para poder percibir cualquier sensación se necesita que haya un estímulo suficiente y, además que el estímulo sea adecuado. Evidentemente, en el caso del sentido del tacto sólo la temperatura afecta los órga-

nos que transmiten los corpúsculos de Ruffini o de Krause, y el dolor sólo es transmitido por las terminaciones libres que están a flor de dermis contra la epidermis. Si en algún momento rompemos las conexiones de los corpúsculos de Ruffini y Krause no obtendremos sensación de calor o frío, y si rompemos las terminaciones libres no habrá sensación de dolor.

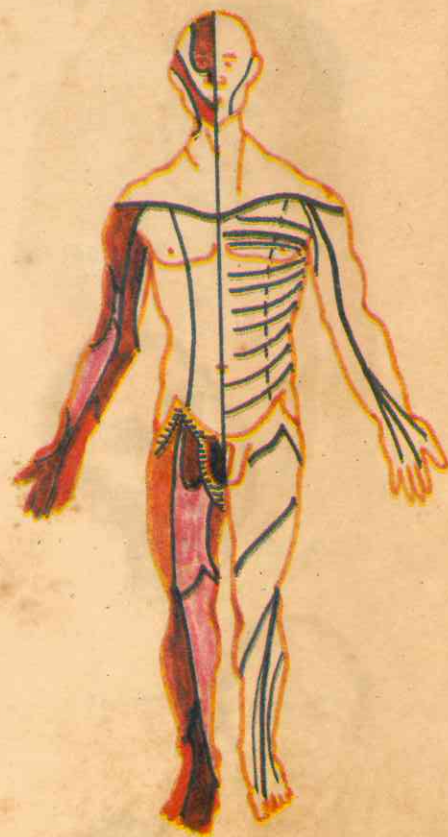
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Podemos hacer unas experiencias muy sencillas para diferenciar los diversos tipos del sentido del tacto pues hay zonas especialmente aptas para estudiar el sentido del tacto propiamente dicho como las puntas de los dedos de las manos, la superficie de la lengua que capta pequeñísimas partículas de las cuales tenemos la sensación, inclusive de que son muy grandes, y la superficie del ojo; esto quiere decir que hay muchos corpúsculos de Meissner en estas zonas. El dorso de la mano es muy sensible al calor porque tiene muchos corpúsculos de Ruffini; las mucosas de los labios y la conjuntiva son muy susceptibles al dolor porque la capa epidérmica y la córnea respectivamente son muy delgadas y los corpúsculos táctiles están a flor de piel. En cambio, la espalda es bastante insensible lo que nos indica que hay relativamente pocas terminaciones nerviosas del sentido del tacto en esa región. Esto lo podemos comprobar con un compás cuyas dos puntas se las acercamos en la espalda a una persona que tenga los ojos cerrados, y abrimos poco a poco el compás hasta que la persona perciba las dos puntas. Entonces sabremos en qué sitio tiene un mayor sentido del tacto propiamente dicho.

EL COLOR DE LA PIEL Y LAS RAZAS HUMANAS

Hemos visto que la piel humana tiene un pigmento llamado melanina que da una coloración la cual permite clasificar a los hombres dentro de cuatro grandes grupos o razas: la *blanca*, la *morena*, la *co-briza* y la *negra*; la raza *amarilla* es una variedad de la blanca.

La distribución más o menos abundante de la melanina está controlada por la *glándula suprarrenal*. Si el pigmento es escaso la piel será blanca; si es me-



TOPOGRAFIA SENSITIVA
PERIFERICA

ZONAS DIFERENCIADAS

RAZAS ORIGINALES.



MONGOLOIDE



NEGROIDE



CAUCASOIDE



AUSTRALOIDE



CAPOIDE

diano será morena; si es abundante será cobriza, y si cubre totalmente la piel será negra. Debemos observar que cuando falta completamente constituye el *albinismo*, del cual hablaremos luego, y si se carece del pigmento sólo en algunas zonas constituye la enfermedad llamada *vitiligo*.

La *piel amarilla* depende del consumo de arroz como base de la alimentación en los pueblos del Lejano Oriente. En efecto, los chinos y los japoneses que viven en los Estados Unidos o en Europa, al cabo de cuatro generaciones pierden su color característico y su piel blanquea como la de cualquier norteamericano o europeo.

El color de la piel se transmite hereditariamente cuando su persistencia constituye una característica de grupo; si un grupo blanco es trasladado al Africa y el Sol los quema, al cabo de algunas generaciones los hijos nacerán morenos.

Las razas y la Historia. — El mundo y la Historia han estado profundamente divididos por el color de la piel, y para el valor de esta debemos indicar cuál es el origen de la variedad.

La raza humana más antigua de que se tiene noticia es, posiblemente la *negra*. Su origen está en el Africa. A través de toda la historia humana este continente ha sido habitado por grupos que debido al clima de la región han estado desnudos o semidesnudos desde hace setecientos mil años. Sabemos el efecto de la luz del Sol sobre la piel humana: la oscurece y termina haciéndola negra.

Las razas *blanca* y *amarilla* y las razas *morenas* habitan en Asia y en Europa. Su origen es mucho más reciente que el de la raza negra y durante el Neolítico hasta nuestros días han poblado estas regiones. Tienen, pues, diez mil o quince mil años.

Las razas *cobrizas* de la Oceanía y América precolombina tienen un origen relativamente reciente, de fines del Paleolítico para la Oceanía y de principios del Neolítico para la América. Estos grupos no alcanzaron a ennegrecer su piel, pues las condiciones de la temperatura y la benignidad del clima son semejantes al del continente africano, pero la época más reciente de la que provienen no ha sido suficiente para colorearlos.

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Comas J., *Manual de Antropología Física*. Quienes quieran tener informes sobre el problema de las razas humanas deben tener en cuenta que los diversos grupos humanos son de difícil clasificación, como puede observarse en este texto. Nosotros no hemos notado sino un aspecto de la cuestión que es el que se refiere al color de la piel.

RESUMEN

La excreción es la separación que el organismo hace de sustancias no aprovechables o de productos de desgaste, que son expulsados a través del intestino, los pulmones, los riñones y la piel.

Los riñones son dos órganos glandulares situados en la región lumbar de la cavidad abdominal y al lado de la columna vertebral, en el espacio que separa el peritoneo del músculo cuadrado de los lomos y debajo del diafragma.

Los riñones tienen forma de fríjol y por su parte cóncava, que mira a la columna, se ven las arterias, las venas renales y el uréter.

En un corte frontal del riñón se ven, la corteza en la parte externa, la médula y la pelvis renal.

La arteria renal que penetra al riñón por la parte cóncava de este, se dirige hacia la corteza, se ramifica en muchos capilares, cada uno de estos penetra en una cápsula de Bowman en donde se arrolla y forma un glomérulo. Del glomérulo arterial se filtran las sustancias de la sangre. El filtrado que debe salir es la orina que de la cápsula sale por un tubito urínifero hacia la pelvis renal y de esta al uréter por el que llega a la vejiga de donde saldrá por la uretra.

La sangre, después de atravesar el glomérulo, se incorpora a la arteria eferente o nutricia.

La función esencial del riñón es regular la cantidad y la composición de la sangre.

Integran la orina, en general, las sustancias siguientes: urea, ácidos úrico, hipúrico, oxálico y grasos, amoníaco y bases xánticas, sales, materias colorantes, agua, etc.



SISTEMA URINARIO

Son enfermedades renales la nefritis y los cálculos renales. La cistitis es una infección de la vejiga y la uretritis es de la uretra.

La piel es el límite del organismo con el medio externo y por lo mismo es un aparato regulador de los cambios de temperatura y de los rigores externos a la vez que órgano excretor, complementario de los riñones. Además, es el asiento de las terminaciones sensitivas táctiles. La piel está formada de una capa profunda que es la dermis y de una superficial que es la epidermis. En la piel se hallan glándulas secretoras de sudor o glándulas sebáceas que vierten o excretan sus secreciones en la epidermis.

El sentido del tacto se ejerce mediante terminaciones nerviosas, sensitivas, localizadas en los corpúsculos de Krause, Ruffini, Meissner y Paccini para sensaciones de frío, calor, tacto propiamente dicho y sensaciones de presión profunda y dolores respectivamente.



TACTO



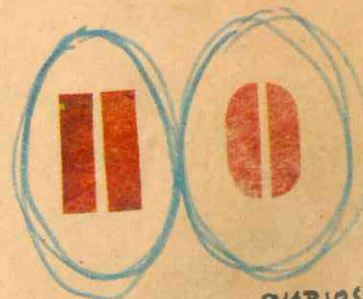
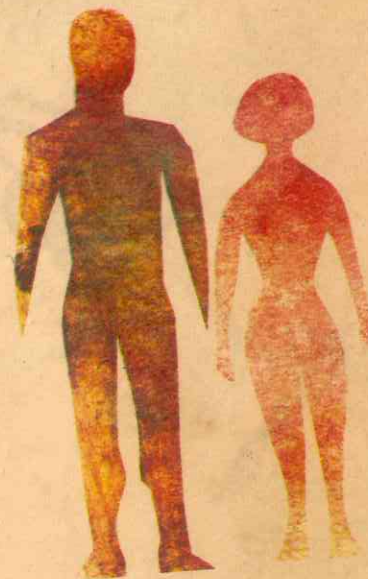
LA REPRODUCCION

7. LA REPRODUCCION

DEFINICION

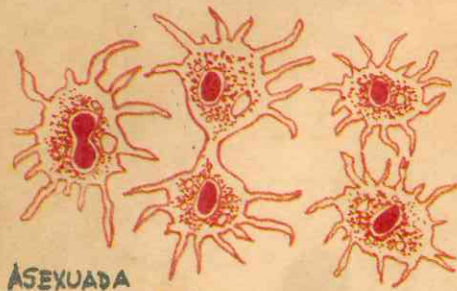
La *reproducción* es el proceso por medio del cual los seres vivos dan origen a otros que los sustituyen o los reemplazan cuando mueren los progenitores. Es un proceso biológico propio de los reinos vegetal y animal. Los seres inferiores se reproducen dividiéndose cada uno en dos individuos de la misma especie, o formando células que puestas en ciertas condiciones procrean otros individuos: estos dos casos se llaman de *reproducción asexual*. En la iniciación de la vida todo individuo, planta o animal, estaba capacitado para dar origen a nuevos miembros de la misma especie. En las plantas y animales superiores dos individuos distintos llamados macho y hembra se *unen* para formar el nuevo ser y a este tipo de reproducción se le llama *sexual*. En este último caso que es el del hombre, existe un aparato especial dedicado a cumplir esta función.

Hay algo que debemos tener muy claro: la reproducción, como proceso tiene sus antecedentes en el mundo mineral por la tendencia de la materia a *unirse*. Sabemos que no hay átomos aislados de hidrógeno; todo el hidrógeno de la naturaleza se encuentra agrupado por pares, H_2 , y con la excepción de un grupo de gases muy escasos que no entran en composición con otros cuerpos, todos los elementos del reino mineral manifiestan esta tendencia general de la materia. Las diversas especies de materia son iguales a sí mismas; dos átomos de hidrógeno son iguales a otras dos de este mismo elemento en cualquier tiempo y lugar, y lo son igualmente los pesos de dos gramos de oro o dos gramos de sal.

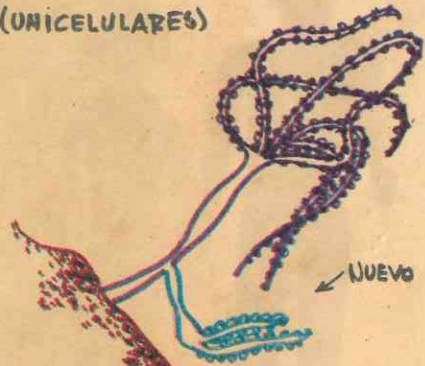


TESTICULOS

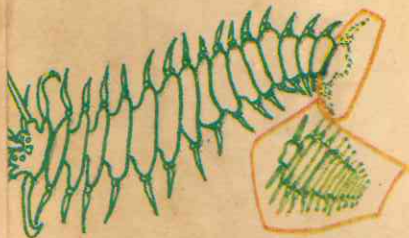
OVARIOS



ASEXUADA
POR ESCISION
(UNICELULARES)



POR
GEMACION
(HIDRA)



POR FRAGMENTACION
(CELENTEROS
PLATELMINTOS
ANELIDOS.)

FORMAS DE REPRODUCCION

En cambio en los seres vivos, a pesar de su unidad específica, varían los individuos porque son estructuras muy complejas en las cuales no sólo se encuentra lo común de la especie sino también lo que los hace diferentes, es decir la *individuidad* que hace a un naranjo distinto de otro naranjo, a un perro diferente a otro perro, y a un hombre de otro.

En este capítulo estudiaremos los fenómenos de reproducción y desarrollo del ser humano y en un capítulo siguiente, dedicado a la herencia, veremos el mecanismo de la diferenciación de los individuos dentro de la unidad de la especie.

PALEONTOLOGIA

A través de la historia natural la reproducción ha tenido varias etapas: la primera es puramente *asexual*, por división, propia de las bacterias y algunas algas. Es la forma más sencilla de reproducción pues se trata de organismos unicelulares, de una sola célula, que se dividen en dos; cada célula madre da origen a dos células hijas. Este proceso bastante simple sólo se observa en los seres inferiores de estructuras muy sencillas, que en la iniciación de la vida prestó el gran servicio de una rápida multiplicación. Nos damos cuenta inmediatamente que si una célula en pocos minutos da origen a otras dos y estas dos, a su turno, a cuatro, y así sucesivamente en progresión geométrica, con rapidez extraordinaria se produce una masa viva para poblar una Tierra desierta, en poco tiempo. La falla de este proceso consiste en que los hijos no sólo cargan con todas las ventajas del progenitor sino también con sus posibles inconvenientes igualmente repartidos.

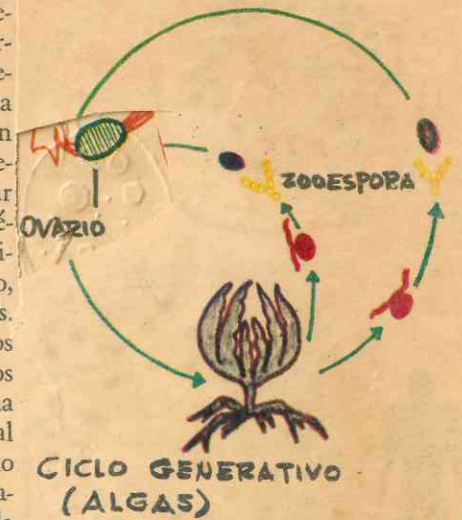
Encontramos en el reino vegetal y en el animal ejemplos como el de las levaduras y el de las hidras que se reproducen por *gemación* según la cual una parte del vegetal o del animal se aísla del cuerpo del progenitor y comienza su crecimiento independiente para originar una levadura o una hidra hijas. Aquí ya hay un adelanto, pues la parte más activa, y en este caso la de mejor calidad biológica de la planta o del animal, inician un nuevo ser lo que implica la formación de un mejoramiento de la especie. Si recorremos la escala vegetal a través de hongos, algas y helechos,

vemos una serie de manifestaciones que podemos resumir así: el vegetal produce una célula en una parte de su cuerpo que termina aislándose para generar otro ser de la misma especie; a veces se necesita la unión de dos células iguales para que nazca un nuevo ser. Pero tenemos que llegar a fines del Secundario y principios del Terciario para encontrar las criptógamas y fanerógamas en las cuales una célula masculina se une a otra femenina que producirán una nueva planta. Sólo a fines del Secundario, pues, hallamos la reproducción *sexual* en los vegetales.

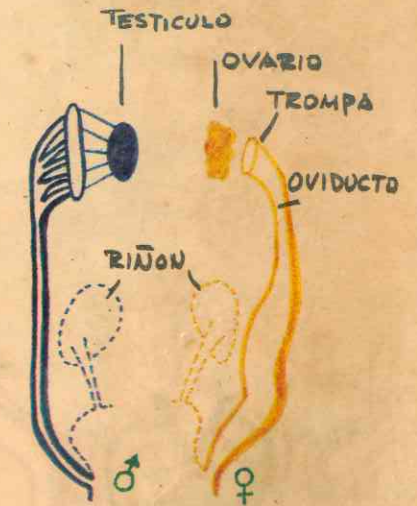
La *sexualidad animal* es más antigua. Entre los *protozoarios* vemos casos como el de los paramecios que son unicelulares y se unen dos de ellos por una boca que se forma en la unión, a través de la cual intercambian material beneficioso tanto para el uno como para el otro; luego se dividen y dan origen cada blamos del *plasmodio* que transmite el paludismo y que tiene ya *alternación de generaciones*, lo mismo que las algas, cuya reproducción tiene períodos asexuales y sexuales de acuerdo con ciertas circunstancias.

En los platelmintos existe el *hermafroditismo* que consiste en que cada gusano tiene órganos masculinos y femeninos que producen las células respectivas; al unirse éstas determinan la formación de huevos. En los *gusanos redondos* hay diferenciación sexual, gusanos machos que producen células masculinas y gusanos hembras que producen células femeninas, característica que se perfecciona al llegar a los *insectos* en los cuales la diferenciación es muy compleja como sucede en las hormigas y las abejas; estos insectos poseen órganos dedicados a la reproducción pero solamente algunos de sus individuos ejercen esta función mientras que otros sólo se dedican al trabajo como obreros.

En los *vertebrados* la reproducción es siempre sexual. Muchos peces hembras ponen los huevos en el agua y los machos sueltan sobre ellos los espermatozoides, células masculinas que van a fecundar los huevos o células femeninas. En otras especies las hembras reciben los espermatozoides que fecundan los óvulos localizados dentro de sus órganos genitales, en donde se desarrollan los nuevos seres que nacen vivos. Anfibios, reptiles y aves ponen huevos ya fecundados y los hijos de los mamíferos nacen vivos.



CICLO GENERATIVO
(ALGAS)

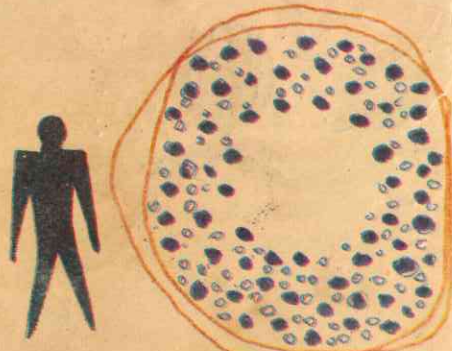
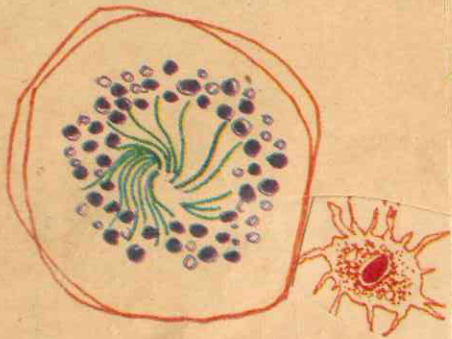


REPTILES Y AVES
APARATO REPRODUCTOR

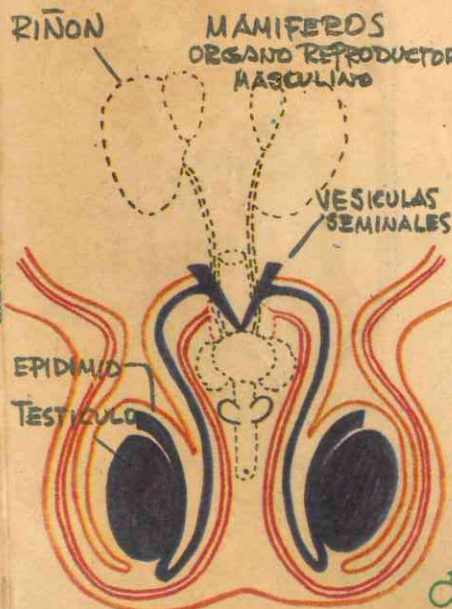
Aparato genital masculino. — En el hombre los *espermatozoides* o células masculinas se forman en los dos testículos, cada uno de los cuales está formado por varios centenares de *tubos seminíferos* que los producen. Alrededor de estos tubos hay unas masas glandulares que originan las *hormonas sexuales masculinas*.

Los *túbulos seminíferos* crean unas células grandes que se dividen para formar los *espermatozoides*; cada uno de ellos tiene una cabeza grande y una larga cola, semejante a un *flagelo*, que le sirve para la locomoción. Por el movimiento de los flagelos y de los numerosos *espermatozoides* que se van formando, éstos se trasladan del tubo seminífero hasta otro tubo delgado llamado *epidídimo* en donde se almacenan, y del cual siguen por un conducto llamado *deferente* que va desde el testículo hasta la cavidad abdominal, por detrás de la vejiga, se conecta con la *vesícula seminal* y luego con la uretral a través de la cual salen los *espermatozoides*. La parte final del conducto deferente se amplía en forma de *vesícula* donde se depositan *espermatozoides*. En el hombre la producción de *espermatozoides* se inicia a los catorce años de edad.

Junto con los *espermatozoides* los testículos producen una *hormona* llamada *testosterona* que se vierte en la sangre y produce los llamados *caracteres sexuales secundarios*. Estos caracteres son la apariencia masculina, la barba, la voz ronca, la piel más fuerte, estatura un poco más alta que la de la mujer y la conducta varonil que es fácil de entender aunque difícil de explicar pero que podemos resumir de la manera siguiente, comparándola con el caso femenino: aptitudes psicológicas más definidas y que obedecen al proceso de la lógica, mientras que en la mujer prima la intuición, es decir cierto conocimiento no aprendido que tiene mucho que ver con lo instintivo. El hombre tiene una estructura psicológica más recia, fuerte y ruda que la mujer en la cual es suave, delicada y maternal. En el hombre hay tendencia al pensamiento abstracto e ideal mientras que en la mujer la hay hacia lo concreto y práctico. Estas diferencias del hombre y la mujer no constituyen superioridad de ninguno de los dos sexos sino una complementariedad indispensable en la unión fami-



SECCION TRANSVERSAL DE LOS TUBOS SEMINIFEROS (RATA Y HOMBRE)

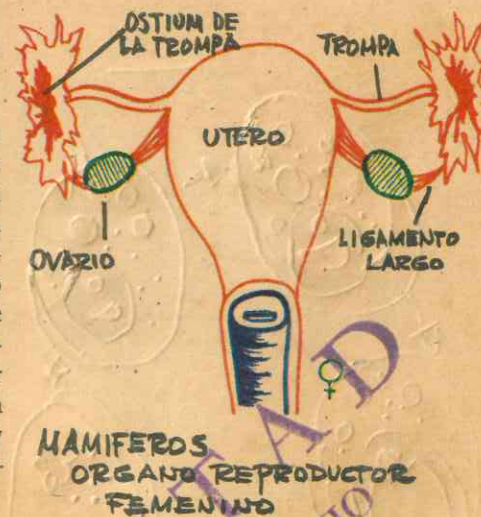


liar porque se necesitan las características de los dos sexos para su mejor entendimiento y desarrollo y para la educación de los hijos.

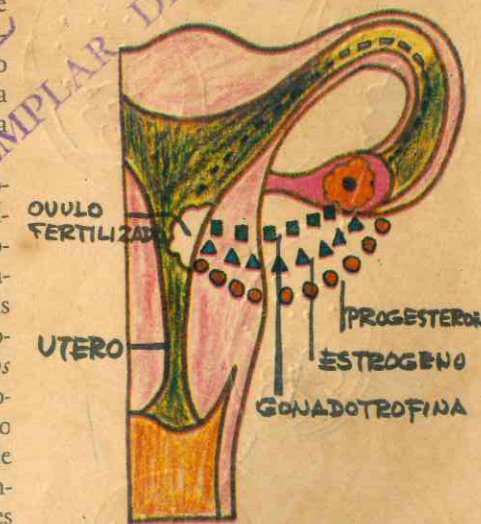
Debemos agregar para entender las diferencias que existen en la organización social que, aunque el aporte inicial del hombre y la mujer para dar la vida al hijo es el mismo, una célula masculina y una femenina, el aparato genital masculino es muy sencillo y el femenino muy complejo porque el proceso de crecimiento del niño en el seno materno y el de su alimentación en los primeros meses de vida requiere un gran desgaste en la mujer. Quiere decir que la mujer está más implicada que el hombre en el proceso de la reproducción y por lo tanto la ley y la sociedad deben dar especial protección a la maternidad.

Aparato genital femenino. — Está compuesto fundamentalmente por el ovario y la matriz. La *matriz* está localizada atrás y arriba de la vejiga urinaria y constituye un músculo abierto hacia abajo en donde desembocan a los lados unos conductos llamados *oviductos*, conectados con el ovario. El *ovario* produce las células femeninas u *óvulos*, uno cada mes, alternándose mensualmente cada ovario. El *óvulo* maduro cae en la cavidad abdominal y es atrapado por la *trompa del oviducto* y conducido a través de él hacia la *matriz* o *útero*.

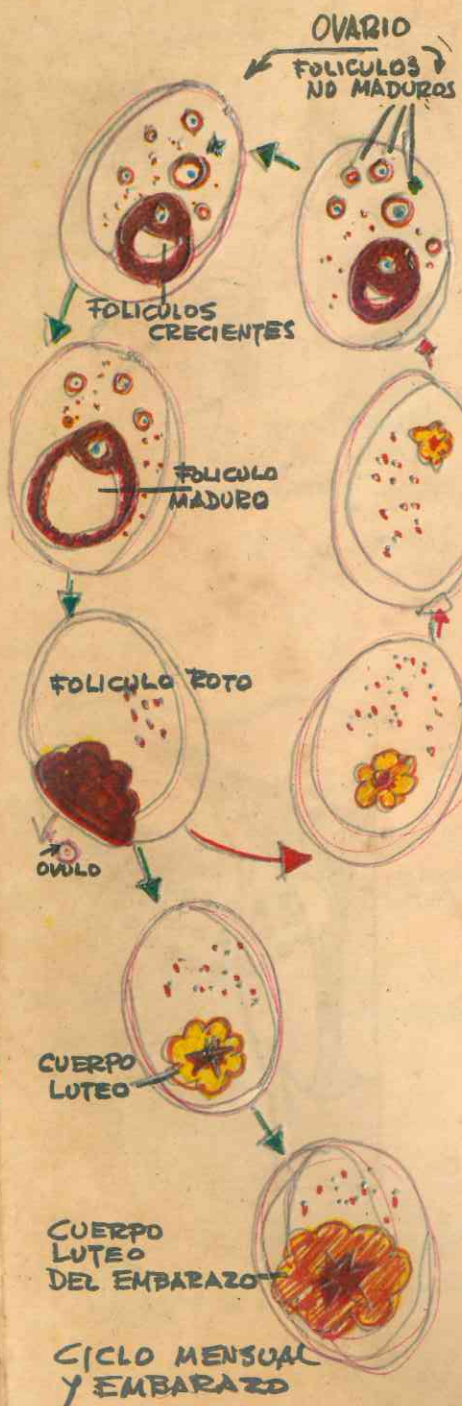
Como en el caso del testículo, en el ovario se producen unas células grandes que dan origen, por división, a unas más pequeñas las cuales, en una subdivisión ulterior producen el *óvulo*. Simultáneamente con los *óvulos* el ovario genera dos *hormonas* principales que ayudan al mecanismo de la reproducción y forman los *caracteres sexuales secundarios femeninos*. Estos caracteres los hemos descrito someramente al compararlos con los masculinos y sólo debemos agregar que influyen en el crecimiento de la *glándula mamaria* que a fines del embarazo, cuando nace el niño, producen durante algunos meses *leche* para su alimentación, característica de todos los *mamíferos* y que le ha dado la denominación a este grupo. Esta *leche* le suministra al niño no sólo alimento sino también defensas que la madre tiene contra las enfermedades infecciosas como el sarampión y la viruela, y fermentos para una digestión correcta.



MAMIFEROS ORGANOS REPRODUCTOR FEMENINO



ESQUEMA PROCESO DE EMBARAZO



Ninguna alimentación en los primeros meses es mejor que la materna aunque hay que observar que la vida moderna ha dificultado mucho esta función porque las madres se niegan a alimentar a sus hijos por temor a desmejorar su figura o, lo que es más frecuente, porque la costumbre ha impuesto una serie de indumentarias que al presionar demasiado la glándula mamaria la atrofian y por esto la mayor parte de las mujeres en las ciudades sólo pueden dar alimento al niño unos pocos días después de los cuales hay que acudir a alimentos artificiales.

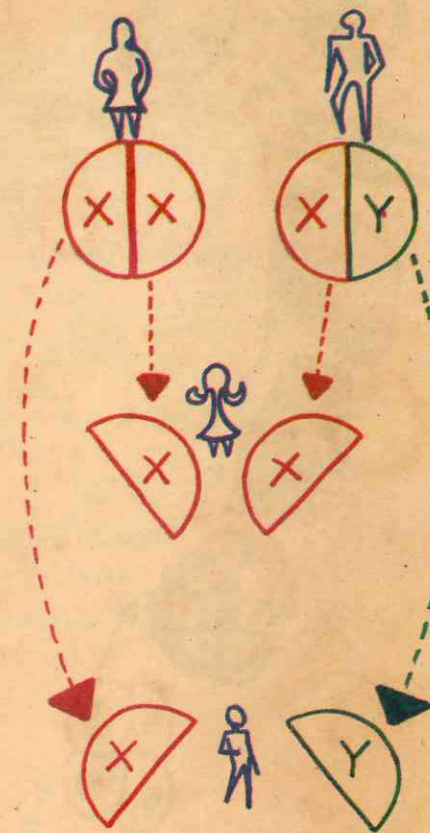
El funcionamiento del aparato genital femenino, como ya lo dijimos, es bastante complejo. A partir de los doce a catorce años de edad comienza el ovario a producir un folículo o saquito en donde se forma el óvulo, y una hormona, la *foliculina* que determina parte de los caracteres sexuales secundarios de la mujer; la foliculina contribuye a formar en el interior del útero unos vasos capilares que mantienen el interior de este órgano profundamente irrigado durante los primeros quince días del ciclo sexual. Alrededor de los quince días el óvulo maduro cae del ovario, es absorbido por la *trompa* y conducido por ella hacia el útero; cuando no ha sido fecundado sale del útero por la vagina, se escaman los vasos capilares formados en el interior del útero y se produce una pequeña hemorragia llamada *menstruación* o *regla*, y se inicia nuevamente el ciclo: producción de foliculina, maduración del folículo, formación del óvulo, emigración de éste a través del oviducto, caída al útero, pérdida del óvulo y, al cabo de unos días, escamación y hemorragia.

Pero si en las vecindades de la época de maduración del óvulo éste es fecundado por el espermatozoide, fenómeno que se realiza en el *oviducto*, el óvulo fecundado, es decir, el *huevo*, llega a la matriz que ya está preparada para recibirlo con el aumento de capilares recientemente formados. Entonces, del folículo de donde partió el óvulo se forma un órgano temporal llamado *corpo amarillo* que produce una hormona, la *progesterona*, la cual contribuye a retener el huevo dentro de la matriz, frena el ovario para que durante el embarazo no produzca más óvulos y, por tanto, se suspenden durante ese tiempo las hemorragias menstruales.

Este ciclo que se repite mensualmente desde los doce o catorce años se termina alrededor de los cuarenta y cinco años cuando la mujer ya no produce más óvulos, y entonces entra en lo que se llama la *menopausia* o cese de la posibilidad de nuevos embarazos.

El desarrollo embrionario. — Hemos visto que la fecundación del óvulo por el espermatozoide se hace en el oviducto. Fundamentalmente la fecundación es la unión de dos medias células, digámoslo así, el óvulo y el espermatozoide de los cuales, como lo explicaremos en el siguiente capítulo, aporta los caracteres herenciales de la especie al nuevo individuo. Una vez fecundado el óvulo y formado el huevo, en el curso de unos diez días llega por el oviducto y se implanta en la matriz en donde se hace el desarrollo embrionario que genera el nuevo ser. Este huevo se divide inicialmente en dos y luego en cuatro, y al reproducirse la célula en progresión geométrica forma una masa a manera de mora de donde viene el nombre de *mórula*. Posteriormente, al crecer esta *mórula*, deja un espacio vacío en su interior, la *bláscula*, que al seccionarla presenta el aspecto de un rosario en círculo. Los procesos siguientes son de *gastrulación* o plegamiento de la mitad de la blástula contra la otra. Inicialmente se forman dos capas, una externa llamada *ectodermo* y otra interna llamada *endodermo*; después se forma en el centro una tercera capa llamada *mesodermo*. El ectodermo o capa más externa da origen al sistema nervioso central, la piel, los órganos de los sentidos, los pelos y las uñas; el endodermo da origen al tubo digestivo y al aparato respiratorio, y el mesodermo a los músculos, huesos, aparato circulatorio, urinario y reproductor.

A los pocos días de iniciado el embarazo se polariza el embrión con un *polo cefálico* o cabeza y un *polo caudal* o cola, y posteriormente comienzan a salir las extremidades superiores e inferiores. Al principio el huevo va unido a la enorme red de circulación de vasos sanguíneos formados en el interior de la matriz como un nido para recibir el huevo, y a través de estos vasos se alimenta para su crecimiento. Al final del segundo mes se comienza a formar en la zona de la matriz un órgano llamado *placenta* que se adhiere profundamente a las paredes del músculo uterino y toma de ahí sangre para el nuevo ser. De la superficie



DETERMINACION CROMOSOMATICA DEL SEXO



de la placenta parte un conducto o canal llamado *cordón umbilical* que está unido al ombligo del feto, y por intermedio de una arteria y una vena que corren por ese conducto se alimenta el nuevo ser hasta el momento de su nacimiento. Simultáneamente en los bordes de la placenta se forma una bolsa en medio de la cual está el feto nadando en líquido llamado *amniótico*; este líquido es como el mar interior en el cual el feto está suspendido y cuya finalidad es servir de resorte para él pues los pasos y movimientos de la madre los recibiría el hijo.

La sangre de la madre y del hijo no se mezclan, sino que a través de los capilares de la placenta los glóbulos rojos de la madre le dan oxígeno a los glóbulos rojos del hijo, y la misma placenta toma de la circulación general los elementos nutritivos necesarios.

Al cabo de los nueve meses de embarazo el niño está maduro para el nacimiento. La matriz, que es un músculo, se contrae y empuja hacia el cuello uterino al feto que nace generalmente de cabeza; entonces se rompe la bolsa y brota el líquido amniótico, y el niño sale unido al cordón umbilical dejando la placenta adherida a la matriz. Lo primero que se hace al nacer el niño es cortar el cordón y ligarlo. Unos minutos después la matriz vuelve a contraerse y arroja la placenta que ya no es necesaria y de este momento en adelante empieza a disminuir su tamaño y en pocos días adquiere el volumen inicial. Se inicia entonces la producción de leche para la alimentación del hijo y de ahí en adelante continúan los cuidados maternos sobre el niño.

Durante los tres primeros meses de su desarrollo intrauterino, el nuevo ser se llama *embrión*; y *feto* de allí en adelante hasta el nacimiento.

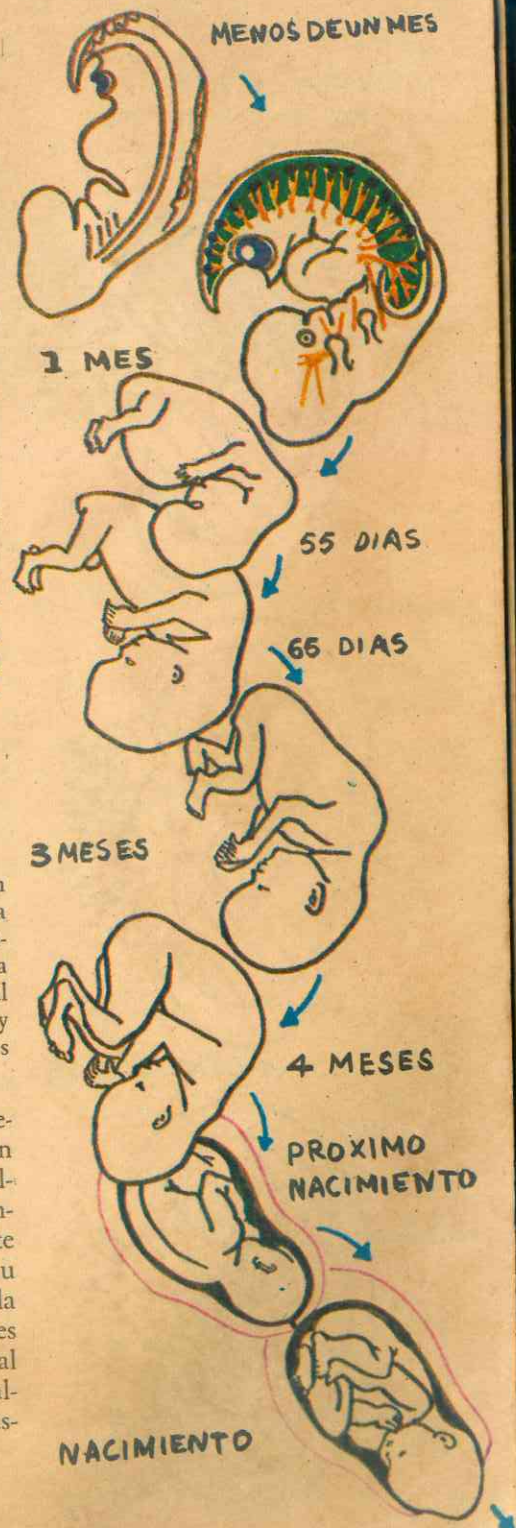
Durante las primeras semanas de vida intrauterina puede desprenderse y nacer el embrión antes de tiempo, lo que se llama *aborto*, y el nuevo ser está forzosamente condenado a perecer. El nacimiento después de los cinco meses hasta los ocho se llama *parto prematuro*; si se coloca el niño prematuro en una incubadora, que es una caja con un calor de 37°C. dotada de una fuente de oxígeno, puede sobrevivir aunque demanda muchos cuidados. Si nace a fines del séptimo mes o antes del noveno se llama *parto precoz* y el hijo puede sobrevivir sin incubadora.

Diagnóstico del embarazo. — Se sospecha del embarazo en los primeros meses, por la ausencia de la menstruación pues, como hemos dicho, la progesterona producida por el cuerpo amarillo impide ovulaciones posteriores. En esta época se presentan frecuentemente malestares generales y vómitos matinales, a veces durante varias semanas, lo cual ocasiona incomodidad a la paciente. Si en esta época se quisiera averiguar con certeza el embarazo habría que acudir a una prueba como la de *Galli Mainini* que consiste en inyectar suero de la sangre de la embarazada a un sapo joven; las hormonas producidas en abundancia durante el embarazo y traspasadas al sapo originan una excitación en los testículos del animal y producen muchos espermatozoides que pasan a la cloaca de donde se toman con una pipeta. A partir del tercer mes y hasta el cuarto, un examen cuidadoso de la pared abdominal de la embarazada muestra ya la existencia de una matriz que ha crecido y de ese momento en adelante la sola inspección de la paciente revela el embarazo.

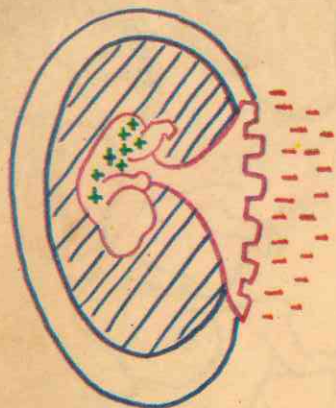
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

De acuerdo con las técnicas que hemos expuesto en los capítulos anteriores podemos disecar un conejo y una coneja para estudiar el aparato genital de estos animales, o hacer la experiencia con ranas utilizando una rana macho que tiene los testículos en la cara ventral del riñón, y una hembra en cuyos ovarios lobulados hay un gran número de huevos que van por los oviductos y a la cloaca en donde son fecundados.

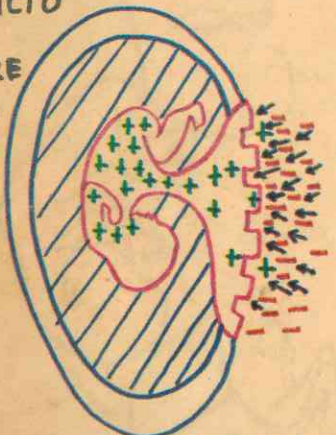
Enfermedades durante el embarazo. — La primera manifestación patológica que tiene la madre en la iniciación del embarazo son los *vómitos*, especialmente matinales, a los cuales hemos hecho referencia, muy molestos y a veces graves pues la paciente se desnutre. Se debe ésto a que el embrión en su metabolismo no está suficientemente aislado de la madre pues vimos que sólo alrededor del tercer mes se forma la placenta que es un filtro, por lo general suficiente para solucionar el problema. Habitualmente después del tercer mes de embarazo se suspenden los vómitos si los ha habido.



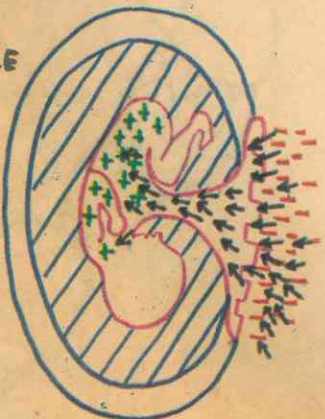
**INCOMPATIBILIDAD
RH-POSITIVO DEL FETO**



**CONFLICTO
CON
SANGRE
DE LA
MADRE**



**INVASION DE ANTICUERPOS
EN LA
SANGRE
DEL
FETO**



Debemos señalar que una *alimentación suficiente* aunque no excesiva es indispensable para la madre y el hijo. La desnutrición produce un grave impacto a la embarazada porque el hijo consume todas las reservas maternas; pero también debemos añadir que la desnutrición debe ser extrema para que afecte al hijo. Proteínas, minerales y vitaminas son necesarias para la mujer embarazada, en dosis mayores que las que habitualmente consume.

Las madres que viven en zonas tropicales deben tener presente que el *paludismo* es un poderoso abortivo; se tendrá especial cuidado con la embarazada en este período para evitar la infestación palúdica. Hay zonas en Colombia en las cuales debido a esta enfermedad hay más abortos que embarazos a término.

Durante el embarazo es grave que la madre sufra enfermedades como el *sarampión* y, especialmente la *rociola*, pues ésta ocasiona malformaciones en el hijo y, a menudo, lesiones congénitas del corazón. Debe evitarse el contacto de la embarazada con enfermos de estas afecciones, que son más peligrosas alrededor del tercer mes de embarazo, período de formación de órganos. En caso de contraerlas debe proporcionarse a la madre un serio tratamiento con drogas biológicas llamadas *gamaglobulinas* que impiden la agresión del virus contra el feto. Ya hemos hablado, también de la importancia del *factor Rh* y de la posibilidad de que afecte al feto.

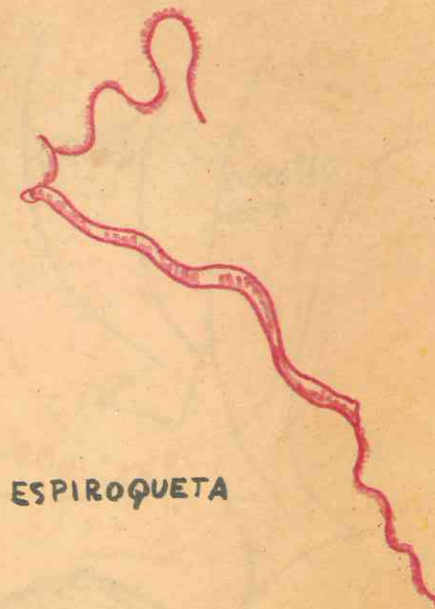
Una de las infecciones más graves que puede sufrir la especie humana es la sífilis, no sólo porque quien la padece está expuesto a lesiones orgánicas graves, sino también porque es una enfermedad que se transmite al hijo y ocasiona malformaciones y lesiones cerebrales que comprometen su porvenir mental. Esta enfermedad es producida por una espiroqueta llamada el *Treponema pállidum*, que se transmite por contacto directo de la lesión ulcerosa de un enfermo a una persona sana. La enfermedad es de carácter general pero tiene una manifestación ulcerosa en la piel en donde coloniza la espiroqueta, la cual, en contacto con una piel sana, la ulcera también provocando una lesión llamada *chancro sifilítico* que es la puerta de entrada de la enfermedad.

Una de las lesiones que ocasiona la sífilis en el feto son los daños en los dientes incisivos que suelen ser de tamaño pequeño e irregulares, lesiones en la córnea de los ojos, y sordera por lesión nerviosa. Se trata de una enfermedad degenerativa de todo el cerebro, incluyendo las meninges y los vasos sanguíneos, y aparece cinco o diez años después de la infección sifilítica en el 3% al 5% de los pacientes con sífilis no tratada. Al principio la enfermedad se manifiesta con pequeños trastornos de la conducta y variaciones del carácter del enfermo. El paciente se vuelve irritable e intranquilo, luego se hace conflictivo en la vida social y aparece posteriormente la demencia con manifestaciones de locura y trastornos ya muy graves en su manera de proceder.

El tratamiento de la sífilis se hace en la actualidad muy fácilmente con antibióticos que la han erradicado bastante y han disminuído las parálisis. Transmitida la enfermedad al hijo, fuera de las lesiones que hemos anotado, puede llegar la sífilis a familias enteras que se degeneran y llegan a sufrir locura moral de tipo familiar de la cual hay varios ejemplos en la historia como el caso de la familia Claudia en Roma, que tuvo exponentes como Nerón y Calígula.

El diagnóstico se hace por medio de una reacción en la sangre llamada *serología* que se practica en todos los laboratorios. Antes se practicaba la reacción de Wasserman pero hoy se utilizan antígenos de *cardiopilina*. Esta prueba de cardiopilina se basa en el empleo de un extracto de corazón de conejo, y de ahí el nombre de cardiopilina; una vez puesto el suero del enfermo en contacto con extractos de corazón de conejo, se produce una reacción de *floculación*, cuando existe la enfermedad; al microscopio se observa un punteado negro como de tinta china en papel blanco.

Finalmente, debemos observar que las *drogas modernas* son poderosas pero también peligrosas a veces para el embrión, en el que pueden causar malformaciones graves. Por ello, las madres no deben utilizar más drogas que las estrictamente prescritas por médicos especializados en maternidad. Igualmente, debe tenerse en cuenta que la mujer embarazada no debe exponerse a los *rayos X* pues éstos ocasionan trastornos de la misma naturaleza de los que estamos anotando.



ESPIROQUETA



VICTIMA DE TALIDOMIDA

RESUMEN

La reproducción es el proceso por medio del cual los seres vivos dan origen a nuevos individuos.

Los espermatozoides y las hormonas sexuales masculinas se forman en los tubos seminíferos y los tejidos glandulares del testículo, respectivamente. La testosterona es la hormona que al verse en la sangre, estimula la aparición de los caracteres sexuales secundarios: apariencia, barba, voz masculina, conducta varonil.

En los ovarios se originan los óvulos y sus folículos segregan la foliculina, hormona que estimula los caracteres sexuales secundarios femeninos. Cuando el óvulo ha sido fecundado, del folículo ovárico se forma el cuerpo amarillo que produce la progesterona, hormona que estimula la fijación del óvulo dentro de la matriz y la suspensión temporal de la formación de nuevos óvulos.

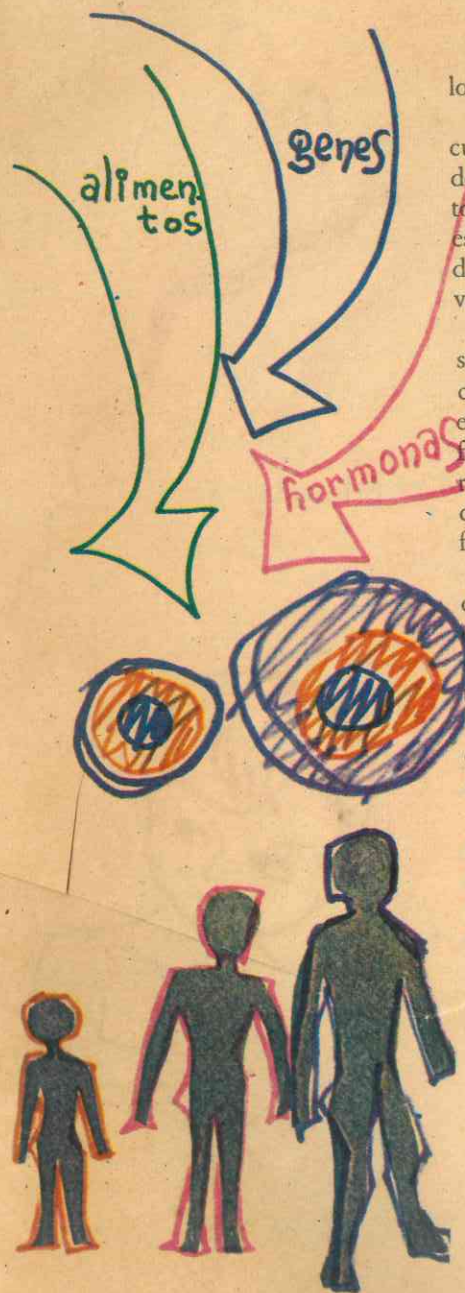
Alrededor de los quince días, el óvulo maduro cae del ovario a la trompa, conducto que lo lleva hasta el útero y si no ha sido fecundado, sale por la vagina, se produce una pequeña hemorragia llamada menstruación y se inicia un nuevo ciclo.

Cuando el óvulo ha sido fecundado, proceso que ocurre en la trompa, el huevo cae al útero en donde se fija.

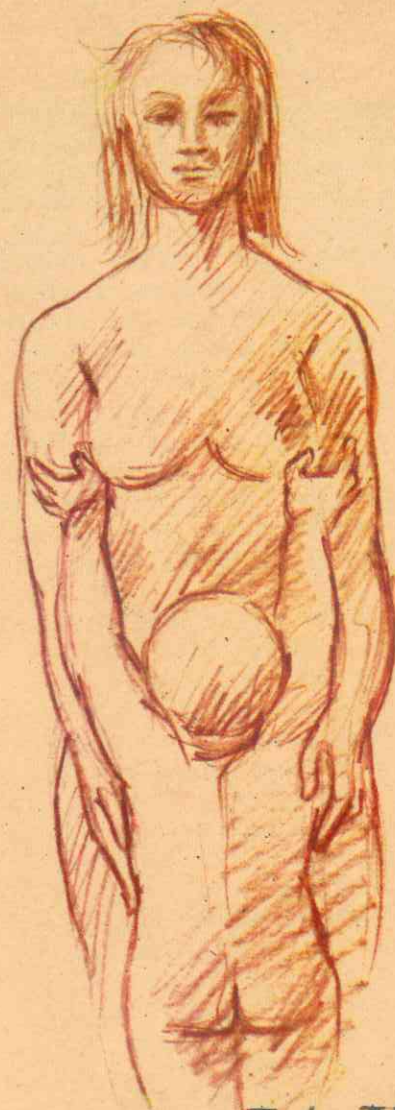
La célula-huevo se multiplica en progresión geométrica y forma una masa llamada mórula, luego se transforma en blástula y en esta se constituyen el ectodermo y el mesodermo y el endodermo. El ectodermo da origen al sistema nervioso central, la piel, los órganos de los sentidos, los pelos y las uñas. El mesodermo da origen a los músculos, huesos, aparato circulatorio y genitourinario. El endodermo da origen a los aparatos digestivo y respiratorio.

Durante los primeros meses el nuevo ser se llama embrión y de allí en adelante, hasta el nacimiento se llama feto.

Cuando el parto ocurre pocas semanas después de realizada la fecundación, se llama aborto y el embrión muere. Cuando ocurre de los cinco a los ocho meses se llama parto prematuro y el feto podría vivir si se le coloca en incubadora. Si el parto ocurre poco antes del noveno mes se trata de un nacimiento precoz.



CRECIMIENTO



LA HERENCIA

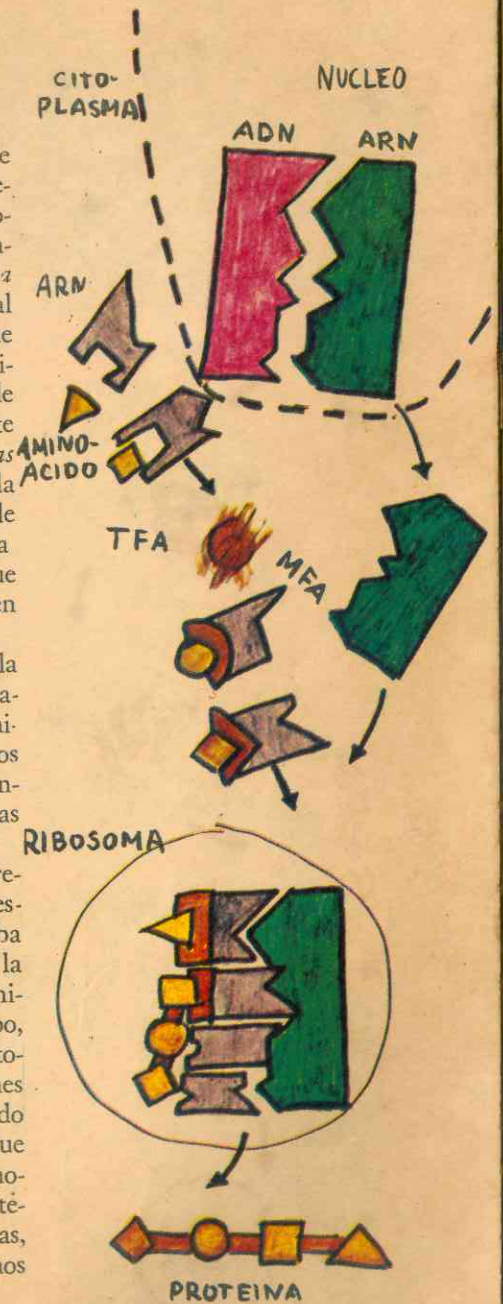
8. LA HERENCIA

DEFINICION

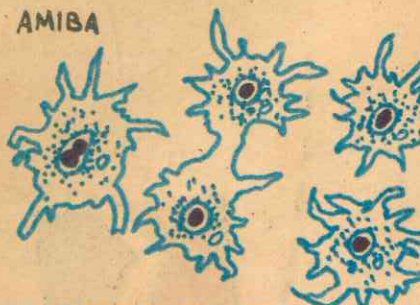
La *herencia*, en sentido biológico, es el aporte de los padres para formar un nuevo ser, el hijo, que determina la persistencia de los caracteres en generaciones sucesivas. Este aporte se compone de tres elementos principales: en primer lugar *el tipo de proteína* que compone la célula que es lo que caracteriza al hijo dentro de su especie; los tigres son tigres porque tienen un tipo de proteína que forma células de tigre, y los eucaliptus, son eucaliptus porque su tipo de célula es de eucaliptus. En segundo lugar el aporte herencial que está constituido por las *características individuales*, es decir, lo que distingue dentro de la especie a un tigre de otro tigre o a un eucaliptus de otro de su misma familia. En tercer lugar, y desgraciadamente a veces, los hijos heredan defectos que impiden su normal desenvolvimiento en el medio en les toca vivir.

La *Genética* es el estudio de las leyes que rigen la transmisión de los caracteres herenciales de los padres a los hijos, y el posible proceso de esta transmisión. No conocemos todavía los mecanismos íntimos de la herencia pero sí los resultados de la experimentación que nos han dado algunas leyes orientadoras en este sentido.

La historia de la Genética es tan larga como la presencia del Hombre sobre la Tierra y este siempre estuvo preocupado por la herencia biológica que dejaba a sus hijos. Sin embargo el estudio científico de la herencia sólo tiene un siglo. Antiguamente los "animalculistas" y los "ovistas" se dividieron el campo, según la mayor importancia que dieron al espermatozoide o al óvulo en la generación; estas discusiones se prolongaron hasta principios de este siglo cuando se publicaron los estudios Mendel con los cuales fue posible establecer las leyes de la herencia y se conocieron los resultados de las experiencias del norteamericano Morgan quien, al trabajar con mosquitas, verificó la teoría cromosómica de la cual hablaremos en este capítulo.



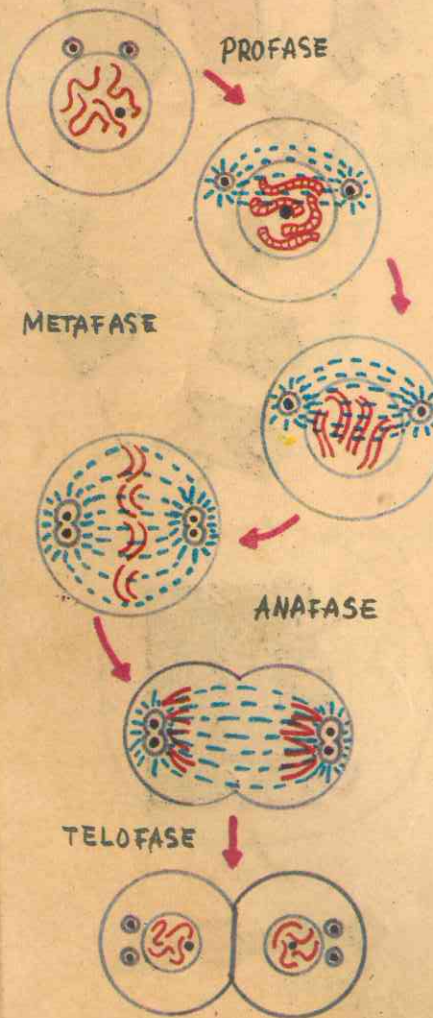
AMIBA



La reproducción celular. — Sabemos que en algunas formas rudimentarias como las amibas, la reproducción celular se hace de manera directa o en *amitosis* o sin fases, y una célula, al dividirse da origen a otras dos.

Al adelantar un poco en la evolución encontramos un segundo tipo de reproducción llamada indirecta, la *carioquinesis* o mitosis, que consiste en una división en varias fases, la cual recordaremos aquí.

REPRODUCCION ASEJUAL



MITOSIS

En la primera fase o *profase* o de preparación, se forma un *espirema* u ovillo, por espesamiento y concentración de la cromatina del núcleo. Los *nucléolos* se conservan y el ovillo se parte en varios fragmentos llamados *chromosomas*, generalmente de la misma longitud y en número constante para cada especie. En el Hombre hay 46 *chromosomas*, y se supone que cada cromosoma está dividido en varios trocitos cada uno de los cuales se llama *gene*; cada gene transmite un carácter hereditario de padres a hijos. Mientras se constituyen los cromosomas el citoplasma aparece en casquetes simétricos en el eje mayor del núcleo con hebras finas, probablemente de *miosina* que es una proteína contráctil y constituye el primer bosquejo del huso nuclear.

La segunda fase o *metafase* trae la desaparición del núcleo y la disolución de su membrana.

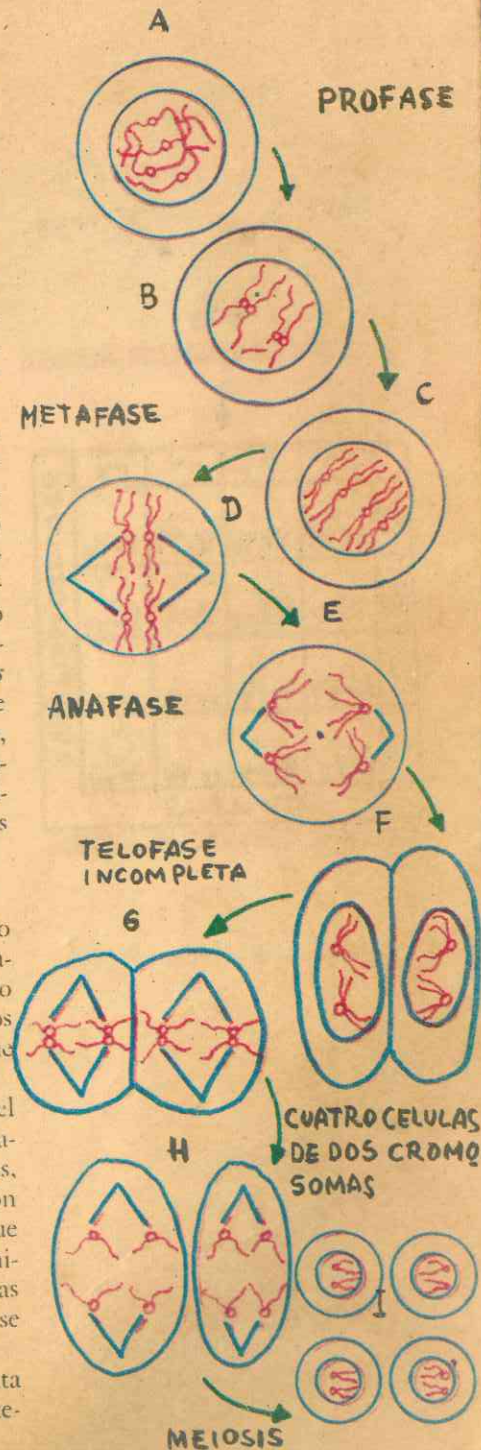
En la *anafase* o tercera fase los cromosomas son atraídos por igual a ambos extremos del huso en donde se agrupan y reaparece poco a poco la fina estructura reticular del núcleo, y los finos *nucléolos* en su periferia.

En la cuarta y última fase, la *telofase*, se divide la membrana celular, como en la división directa, dejando constituidas dos células iguales a aquella que dio origen.

El proceso que acabamos de describir sobre la división indirecta, lo mismo que la anterior *división directa*, son procesos *asexuales*, es decir que se efectúan por la división de una sola célula. Pero en este capítulo debemos estudiar el desarrollo *sexual*, es decir, el que depende de la unión de dos células, una masculina y otra femenina, que es una de las características de la reproducción humana.

Meiosis. — Lo primero que encontramos en el caso de la reproducción sexual a partir de dos células es lo siguiente: si la especie humana tiene 46 cromosomas, al unirse una célula masculina y otra femenina, el hijo tendría 92 cromosomas en su célula lo cual no es característico de su especie. Adelantémos que cada espermatozoide y cada óvulo no lleva sino la mitad de los cromosomas pues antes de unirse sufren la *meiosis* o reducción cromática, según la cual las células producidas por el testículo y por el ovario, pierden en sucesivas divisiones la mitad de sus 46 cromosomas.

Para explicar la meiosis vamos a suponer un animal cuyas células tienen dos cromosomas. Los *espermatozoides* y los *ovocitos de primer orden*, que proceden de la división de las células originarias del testículo y el ovario, tienen dos cromosomas cada uno. Al dividirse nuevamente estas células dan origen a *espermatozoides* y *ovocitos de segundo orden*, cada uno también con dos cromosomas. En una tercera división cada espermatozoides produce dos *espermatozoides* y cada ovocito dos *óvulos*; tanto el espermatozoides como el óvulo tienen un solo cromosoma. Entonces, al unirse un espermatozoides y un óvulo en la *fecundación* resultará un huevo con dos cromosomas, número característico de la especie animal que hemos supuesto.



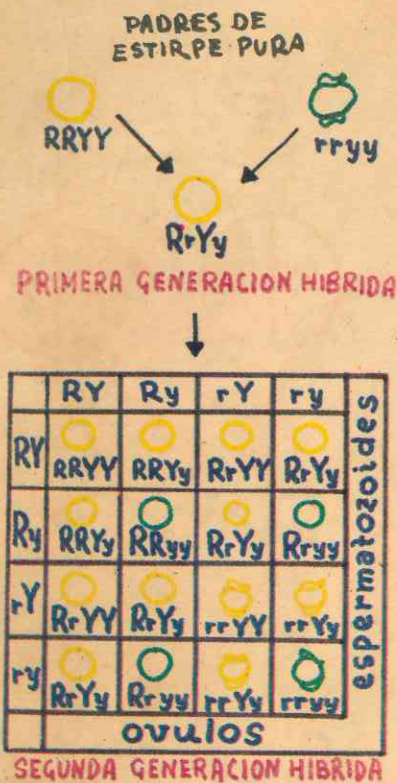
CUATRO CELULAS DE DOS CROMOSOMAS

MEIOSIS

Leyes de Mendel. — A mediados del siglo pasado un monje austríaco, el agustino Gregorio Mendel, trabajando con arvejas en el jardín de su monasterio descubrió las leyes que rigen la transmisión de los caracteres hereditarios es decir, la proporción en que se distribuyen estos de padres a hijos.

El mérito de Mendel consistió en no considerar el ser biológico en su totalidad sino sólo uno de los caracteres que los padres transmiten a los hijos. Antes, las diferencias que se observaban en la generación filial no podían ser resumidas, pues se suponía que el hijo heredaba unas características de sus progenitores inmediatos, otras de los abuelos, que algunas desaparecían en los pasos generacionales y además se manifestaban otras no conocidas de la familia.

Al observar las plantas Mendel cayó en la cuenta de que cada característica se heredaba independiente-



GUADRO MENDELIANO

mente de las otras. Utilizó arvejas al advertir que existe una variedad alta a la cual denominó "A" y una variedad enana que denominó "a". Estas primeras plantas que le sirvieron para sus estudios fueron llamadas en conjunto *primera generación paterna*, y se observó que al interfecundar esta primera generación paterna la *primera generación filial* era híbrida pero toda alta, "A", y este carácter lo llamó *dominante*.

La *segunda generación filial*, por autofecundación, dio las siguientes proporciones: 1 de "AA", 2 de "Aa" y 1 de "aa". "AA" y "Aa" eran variedades aparentemente altas y "aa" era típicamente enana.

En la *tercera generación filial* por autofecundación de "AA" todas fueron "A" Del grupo "Aa" resultaron: 1 "AA", 2 de "Aa" y 1 de "aa". Las generaciones filiales "aa" se denominaron de carácter recesivo.

De estos estudios dedujo Mendel las siguientes leyes:

Primera ley: la primera generación híbrida es siempre uniforme.

Segunda ley: los híbridos se desdoblan en la segunda generación filial según proporciones determinadas.

Tercera ley: cuando se trata de híbridos cuyos progenitores difieren por más de un par de caracteres, cada carácter se manifiesta de manera independiente de los otros. Es la ley de la segregación de los caracteres.

Nomenclatura. — Un *carácter opuesto*, por ejemplo ser alto o bajo, roja o blanca una flor, verde o negro el iris del ojo, etc. se denomina un par de *alelomorfos* en que un *alelo* es dominante y otro recesivo.

Carácter dominante es el que presenta la primera generación filial y *carácter recesivo* el que presentan algunos de los híbridos de la segunda generación filial. Los ejemplares definidos que siguen transmitiendo caracteres definidos y precisos, dominantes y recesivos, se llaman *homocigotes*; los que transmiten caracteres mezclados, conforme a la segunda ley de Mendel, se llaman *heterocigotes* o híbridos.

El *atavismo* es el fenómeno por el cual aparece bruscamente un carácter ausente en los padres pero que presentaba alguno de los antepasados más o menos remotos.

Genes ligados al sexo. — La mosca *Drosóphila melanogáster* o mosca de las frutas resultó muy práctica para el estudio de la herencia debido al escaso número de sus cromosomas, que son cuatro, por lo cual se prestaba a determinar muy bien su *mapa cromosómico*; debido a que se reproduce en una quincena, fue fácil la investigación de caracteres distribuidos a través de varias generaciones.

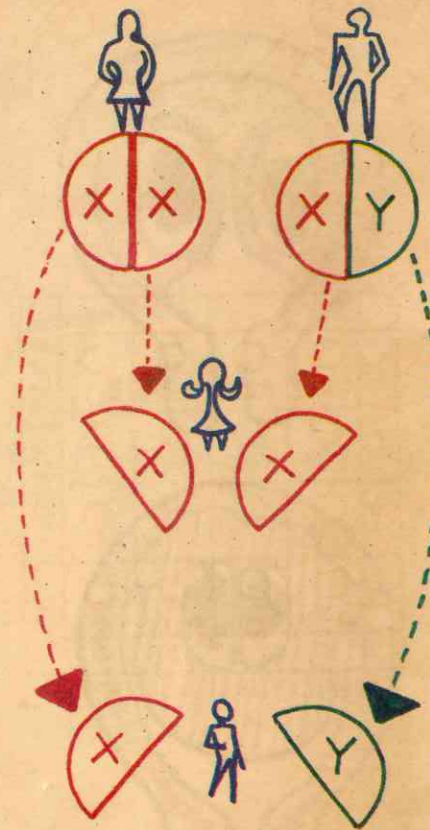
Alrededor de 1910 el norteamericano Morgan trabajaba con mosquitas y observó una variación; las moscas tienen ojos rojos y apareció un macho con ojos blancos. Inmediatamente lo cruzó con una hembra de ojos rojos y la primera generación filial resultó de ojos rojos y la segunda presentó una proporción de tres individuos de ojos rojos y uno de ojos blancos; aparentemente se cumplía la ley de Mendel.

Al continuar los cruzamientos obtuvo varios individuos de ojos blancos pero observó, además, que todos los que tenían ojos blancos eran machos. El carácter de ojo blanco era evidentemente recesivo; pero debemos tener en cuenta que la mayoría de los cruzamientos de toda clase de animales da una proporción relativamente igual de machos y hembras.

He aquí la explicación del fenómeno: las células del macho de la mosca pueden distinguirse de las de la hembra por los cromosomas y se puede dibujar lo que se llama un *mapa cromosómico*, especialmente fácil en este animal por los pocos cromosomas que posee. En las hembras los dos miembros de cada uno de los cuatro pares de cromosomas son iguales. En los machos, tres de los pares tienen miembros similares pero el cuarto es muy diferente.

A los cromosomas iguales del macho y de la hembra se les llama "XX" y el desigual del macho se llama "XY". El macho, pues, tiene un cromosoma "XY", y el resto de los del macho y todos los de la hembra son "XX". A este cromosoma se le llama *sexual* porque determina el sexo de los nuevos individuos. Todas las modificaciones herenciales influenciadas por el sexo se llaman de cromosomas unidos al sexo.

Al hacer la reducción cromática en la división meiótica, más o menos la mitad de espermatozoides de segundo orden tendrán cromosomas "X" y la otra mitad cromosomas "Y", dando así origen a la mitad de espermatozoides "XX" y la otra "XY". Cuando



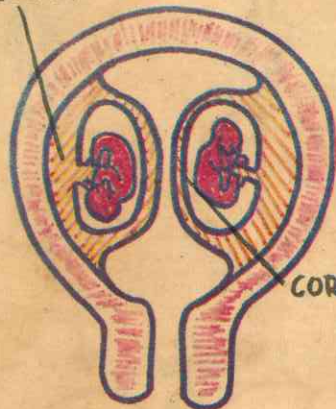
un espermatozoide "XY" fecunda un óvulo el huevo será macho y cuando un espermatozoide "XX" lo fecunda, el huevo será hembra; por esta proporción el número de machos y hembras es igual en la mayor parte de las especies animales. Esto nos explica por qué Morgan supuso que los ojos blancos eran un carácter ligado al sexo.

En las abejas existe el proceso llamado de *partenogénesis* que consiste en que la hembra pone huevos fecundos sin necesidad de haber sido fecundada; estos huevos, al desarrollarse producen siempre animales hembras, las obreras; se colige que son los espermatozoides los que producen machos y hembras.

Embarazo gemelar. — En la especie humana casi siempre nace un hijo solamente en cada parto porque cada mes se desprende un solo óvulo, que al ser fecundado, produce un embarazo único. Pero a veces se desprenden dos óvulos que pueden evolucionar simultáneamente, con dos placentas, e inclusive, es posible que haya una diferencia de varios días en el nacimiento. Estos son los *gemelos* o *mellizos fraternos*, que pueden ser de distinto sexo y no parecerse el uno al otro como a menudo no se parecen dos hermanos. Otras veces, sin saber por qué, durante el desarrollo embrionario, en vez de dividirse el huevo inicialmente dando origen a un solo núcleo de desarrollo, da origen a dos y resultan los hermanos mellizos o *gemelos idénticos*, siempre del mismo sexo y de un parecido a veces sorprendente. Hay ocasiones, muy escasas por cierto, en que no se separan suficientemente los dos huevos y resultan los hermanos *siameses* que están unidos por alguna parte del cuerpo; cuando tienen órganos comunes como el hígado, el corazón o el cerebro es imposible separarlos. Los animales tienen por lo general varios hijos de una sola camada porque producen tantos óvulos como hijos nacen.

Herencia citoplasmática. — Como hemos visto hasta ahora la transmisión de caracteres herenciales se hace a través de genes que son las partículas en que se dividen los cromosomas procedentes del núcleo; pero en las investigaciones sobre la herencia se encontró que en el citoplasma del óvulo había ciertos caracteres que podían influir en la herencia a lo cual se

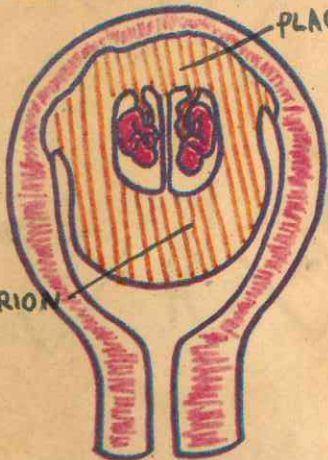
PLACENTA



CORION

MELLIZOS O GEMELOS FRATERNOS

PLACENTA



CORION

MELLIZOS GEMELOS IDÉNTICOS

llamó *herencia citoplasmática*; el espermatozoide no tiene prácticamente citoplasma y en el huevo este citoplasma procede todo del óvulo.

La planta "*don diego de la noche*" tiene una variedad verde y una blanca. Al hacer el cruce se encuentran hojas jaspeadas en la primera generación filial porque tienen pigmentos verdes y pigmentos incoloros mezclados, lo cual sugiere que en esta primera generación filial no es uniforme el carácter dominante sino el llamado *mestizo*. El mestizaje es inherente a especies no bien definidas y todavía cercanas a los individuos originarios. La especie humana es demostrablemente joven y parece que todavía no está enteramente diferenciada; es, por tanto, genéticamente plástica, al menos dentro de ciertos límites, con un potencial biológico muy cercano a sus fuentes primitivas; esto lo vemos en el mestizaje del hombre pues al unir blancos y negros unas veces se obtienen hijos blancos, otras negros y en muchas ocasiones morenos. A esto se le llama herencia citoplasmática o materna.

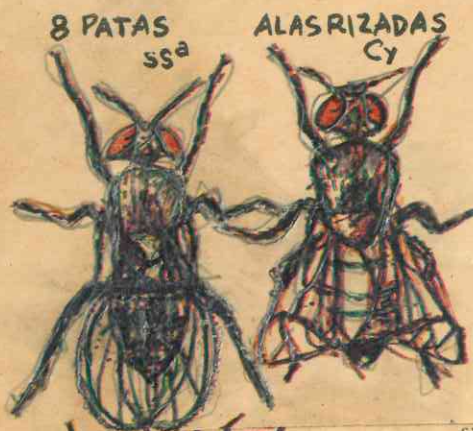
La selección natural. — Uno de los factores más importantes para la explicación de variedades en las especies es la *selección natural* la cual puede formularse así: cuando el medio exterior no es propicio para el desenvolvimiento de la especie, sólo superviven los más aptos. Los más aptos son aquellos que en sí mismos han logrado una mayor estabilidad que los independiza del medio exterior adverso.

Fue Darwin quien expresó esta ley y la equiparó en sus resultados a la *selección artificial* practicada por el hombre de manera consciente o inconsciente. A través de los siglos el hombre utilizó para cría animales que poseían determinadas características que los hacían más útiles y bellos. Se buscaban hijos de perros bien estampados, se sembraban semillas reconocidamente resistentes al invierno o al verano, etc. Todos estos casos lo son de selecciones inconscientes. La selección consciente es una técnica practicada en nuestros días con los ganados y semillas en granjas experimentales.

Selección sexual. — Hay diversas manifestaciones de esta selección especializada. Se ha observado que en el caso de las aves monógamas los machos se aparean con hembras que tienen cierta apariencia física. En el



ABRAZADERAS ORTOPEDICAS
PARA TRATAMIENTO
DE LA HEMOFILIA
HEREDITARIA



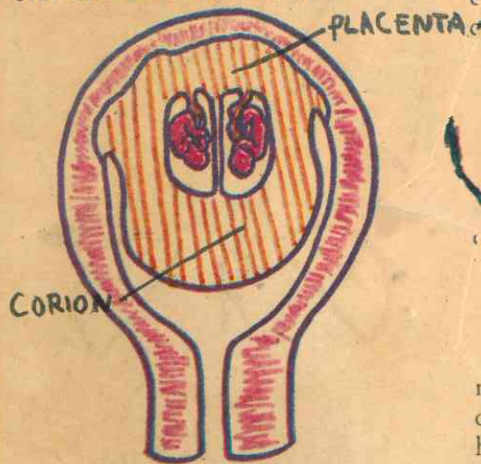
hombre el hecho es muy conocido. Por las circunstancias que anotamos, hay ciertos caracteres que se transmiten por ley de probabilidad con más facilidad que otros.

Mutaciones. — De vez en cuando aparecen en algunos individuos variaciones bruscas que se transmiten luego a sus descendientes. Estudios hechos en Colombia por Rodríguez Pérez, en 720 generaciones de tripnosomas (equivalentes a 35.000 años para generaciones humanas), indicaron que la *mutación* había desaparecido al cabo de varias generaciones tan bruscamente como aparecieron, sin saberse la causa. En las razas finas de ganado se observa el mismo fenómeno en corto espacio de generaciones; asimismo en algunas aves que son animales muy especializados, las mutaciones obtenidas para determinadas variedades se pierden fácilmente si no se continúa la mezcla. En todo caso las mezclas, hibridaciones y mutaciones se emplean con provecho para la agricultura y para la ganadería.

Pero factores internos o externos pueden determinar variaciones en el mapa cromosómico, y originar inconvenientes para el individuo o para la especie. Tal es el caso de los rayos X y de algunos productos químicos.

Evidentemente hay circunstancias del tipo de radiaciones que pueden determinar cambios en el potencial genético y ser transmitidos a los descendientes; se ha visto en animales y vegetales con toda claridad pero se han observado menos en el hombre, en quien no puede experimentarse en este sentido. Debe reconsiderarse una y otra vez la utilización de la energía atómica en forma controlada; las explosiones atómicas tan frecuentes en los últimos tiempos pueden comprometer gravemente a algunos grupos humanos, o aún a toda la Humanidad, sin que podamos prever cuándo se presentará la mutación y cómo evitarla. Hay productos químicos capaces también de afectar genéticamente algunos vegetales y animales, como la colchicina y los antibióticos. En el caso humano ya hemos hecho alusión al empleo de ciertas drogas modernas muy poderosas pero que causan trastornos en el potencial herencial, y muchas otras que están en vías de experimentación; un elemental sentido de prudencia, indica que deben tomarse to-

MELLIZOS O GEMELOS FRATERNOS



MELLIZOS GEMELOS IDENTICOS

OJOS SERIA
se

OJOS RAYADOS
B

Las precauciones para la utilización de estas sustancias.

El gene mutante en el hombre. — Es conocido el hecho de la instintiva repugnancia humana a casarse entre parientes próximos. Para algunas tribus primitivas el matrimonio entre hermanos y entre ascendientes y descendientes es un delito como lo es en el mundo occidental. En el orden genético es explicable: hay mayor probabilidad de transmitir un carácter recesivo indeseable si ambos cónyuges lo poseen, y si el carácter es dominante la transmisión es segura.

De acuerdo con lo visto anteriormente se puede prever una serie de casos en los que el matrimonio es aconsejable o desaconsejable, o inclusive un atentado contra la descendencia. En Europa y en los Estados Unidos existen consultorios de genetistas para investigar conveniencias matrimoniales en este campo. La *Eugenesia* es la ciencia que trata de proteger el caudal hereditario en favor de la descendencia.

Para estos estudios es necesario establecer cuadros genealógicos lo más completos que sea posible para detectar los antecedentes familiares. Entre nosotros hay poco estudio en este sentido pero mientras se hacen, sería conveniente que antes del matrimonio las familias investigaran datos sobre los antecesores de los contrayentes, para prever el porvenir de la nueva familia.

Las razas humanas. — Desde la más remota antigüedad se notaron las diferencias en los grupos humanos según el lugar en que viven, el clima, la alimentación, el oficio, etc. Es evidente, además, que grupos humanos particularmente aislados sufrieron la consecuencia natural de su aislamiento y al multiplicar las posibilidades hereditarias de caracteres indeseables para sus descendientes, determinaron un atraso cultural desfavorable para la educación colectiva y hubo incidencia de factores regresivos en la evolución.



ABRAZADERAS ORTOPEDICAS
PARA TRATAMIENTO
DE LA HEMOFILIA
HEREDITARIA

RAZAS ORIGINALES.



MONGOLOIDE



NEGROIDE



CAUCASOIDE



AUSTRALOIDE



CAPOIDE

Si estas se perpetuaran, al cabo de los siglos habría diferencias definitivas, verdaderas *subespecies* de la especie humana. Afortunadamente esta modificación no se ha presentado y ya no es posible que se presente debido a que el Hombre cubre todo el planeta y las rápidas vías de comunicación impiden cada vez más el aislamiento.

Es igualmente posible el adelanto intelectual o social para cualquier grupo humano, siempre que se le ponga en condiciones culturales aptas para este desarrollo. La idea, como lo veremos en capítulos siguientes, es el excitante normal de las células del cerebro, pero estas células pueden atrofiarse en el individuo si las condiciones del ambiente no son favorables, si no hay educación, si el campo espiritual no es propicio. Un grupo humano de cualquier color o aspecto puede entrar en evolución regresiva y terminar extinguiéndose, lo que ha sucedido muchas veces en la historia; pero cada vez será más difícil la repetición de este proceso por los factores anotados anteriormente.

En cambio, en nuestros días vemos que el continente africano, cuyas condiciones ambientales lo hacen particularmente apto para el desarrollo de la cultura humana, había sufrido hasta ahora los inconvenientes de esta ventaja al reclamar poco esfuerzo de sus moradores; sólo las circunstancias de una vida sumamente dura, impuestas por el coloniaje de los últimos siglos, fue el acicate para su mejora y perfección, y germinó ya en esos territorios la idea nacional como un primer paso para su independencia intelectual y espiritual que son los que cuentan para el Hombre.

La Humanidad ha sufrido mucho por razón de las oposiciones entre las razas, y son muchas las lágrimas y la sangre que narra la Historia por razón de luchas raciales. El *racismo*, que así se llama esta oposición, ha nacido en las mentes de los políticos y no de los biólogos. Es posible que todavía veamos renacer brotes que se perfilan, desgraciadamente, en nuestros días; pero podemos asegurar que en el transcurso de pocas décadas, grupos humanos de las más diversas características serán todos igualmente notables en su desarrollo, en su cultura, en el arte, en la ciencia y en las ideas. Cuando tal ocurra, el racismo habrá muerto definitivamente pues ningún grupo humano podrá reclamar para sí la prelación de la inteligencia.

RESUMEN

La herencia es el factor de evolución que determina la persistencia de los caracteres de la especie, a través de generaciones sucesivas y que se traduce en aporte de los padres en la determinación de las características individuales de los hijos.

La reproducción celular se hace mediante división de las células, cada una en dos. Es mitótica cuando el fenómeno se hace en varias fases: profase, metafase, anafase y telofase. El resultado son dos nuevas células hijas, dos nuevos individuos.

La reproducción mitótica y amitótica son procesos asexuales porque interviene una sola célula.

La reproducción es sexual cuando intervienen dos células, masculina y femenina, como lo son en la reproducción humana, espermatozoide y el óvulo.

La célula que da origen a un espermatozoide en el testículo reduce a la mitad sus cromosomas, durante el proceso de la meiosis. De este modo, un espermatozoide tiene solamente 23 cromosomas de los 46 características de la especie hombre.

Un óvulo, igualmente, solo aporta 23 cromosomas de la especie hombre.

Al fecundar el espermatozoide al óvulo ocurre la fusión de los 23 cromosomas del padre con 23 de la madre y el hijo completa los 46 característicos de la especie que son y portadores de la herencia, aporte de los progenitores.

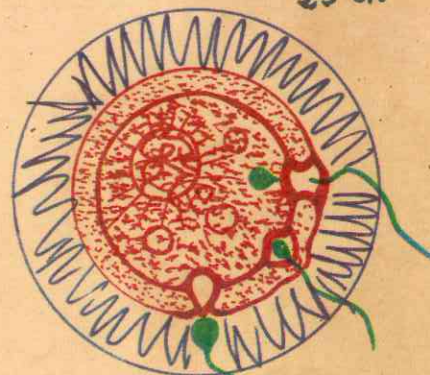
Los estudios de Mendel permitieron establecer las leyes de la herencia biológica.

En el proceso de la selección natural superviven a las dificultades del medio, solamente los más aptos.

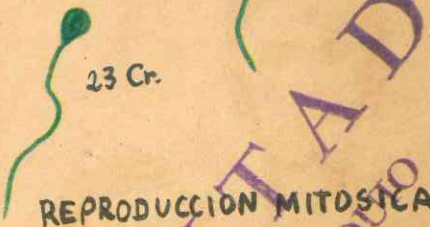
ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Snyder L. H., *Los Principios de la Herencia*. Quien quiera ampliar sus conocimientos sobre estos importantes temas puede valerse de esta obra, fácil de leer, muy explicada y con muchas aplicaciones prácticas para la agricultura, la ganadería y la biología humana.

Waddington C. H., *Introducción a la Moderna Genética*. Obra introductoria como lo dice su nombre, es más teórica que la anterior; tiene un apéndice de prácticas de genética con mosquitas.



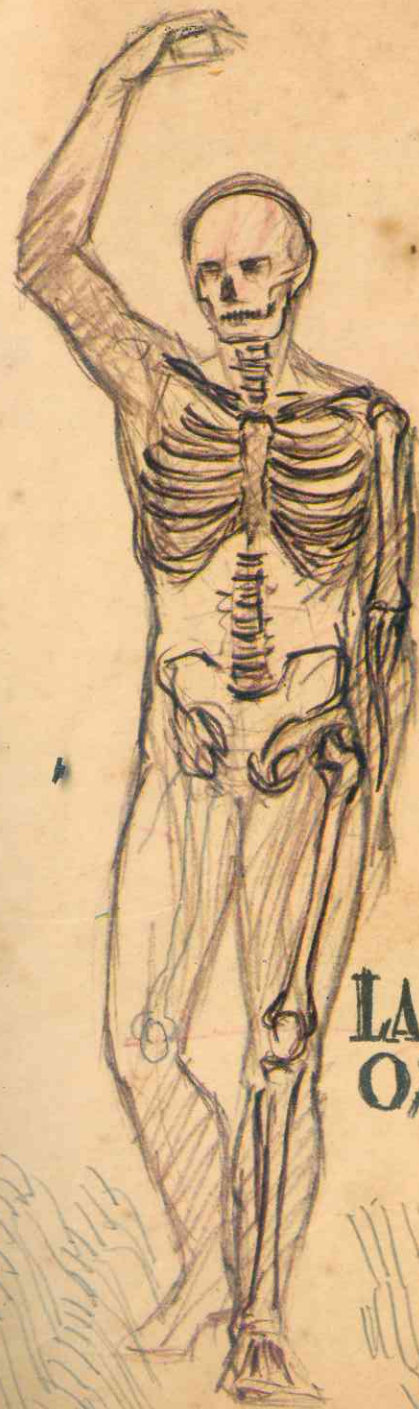
23 Cr.



23 Cr.

REPRODUCCION MITOSICA

VOLUNTAD
EJEMPLAR DE OBSEQUIO
46 CROMOSOMAS



LA ESTRUCTURA
OSEA

9. LA ESTRUCTURA OSEA

DESCRIPCION GENERAL

Si observamos un *esqueleto* armado de los que se utilizan para la enseñanza, podemos distinguir varias partes: una *cabeza* o apéndice superior, sólida, compuesta por una serie de huesos articulados entre sí, de tal manera que no puede desplazarse el uno sobre el otro, con excepción de la llamada mandíbula o maxilar inferior que se mueve alrededor de una bisagra localizada delante del agujero del oído. La cabeza se une al *tronco* por medio de un istmo compuesto de varias vértebras que van desde la base del cráneo hasta la parte inferior del tronco; a partir de la séptima vértebra hay una serie de huesos en forma de arco que constituyen una caja llamada *tórax*. Se continúa el tórax con otro istmo o puente que lo une con un sistema de huesos en la parte inferior; éstos, al articularse el uno con el otro, forman una cavidad que mirada desde arriba vemos que está compuesta por el final de la columna vertebral hacia atrás, y a los lados y adelante por un par de huesos en forma de hélice, los huesos de la cadera.

A cada lado de la parte superior del tronco se articula un conjunto de huesos correspondientes al *brazo*, al *antebrazo* y a la *mano*, que llegan más o menos hasta la mitad del primer hueso de la extremidad inferior respectiva que es el fémur. Este se articula de manera móvil a los huesos de la cadera y es el primer segmento de la extremidad inferior que comprende el *muslo*, la *pierna* y el *pie*. Así, descrito en general el esqueleto, observamos, pues, que tiene: cabeza, tronco y miembros.

VISTA LATERAL
DEL CRANEO



DESPIECE



VISTA
INFERNA INFERIOR

PALEONTOLOGIA



PECES (TIBURON)



Para encontrar el origen biológico del esqueleto debemos remontarnos hasta la *membrana de la célula* que en su desarrollo se fue endureciendo para formar el esqueleto exterior que vemos en la *piel* de los gusanos, en las *conchas* de los moluscos y en el *esqueleto quitinoso* de los insectos, el cual les proporciona estabilidad pero constituye la camisa de fuerza que los fijó en el estado que presentan actualmente, sin que pueda esperarse de ellos mayor evolución que la que alcanzaron a principios del Terciario. Todo esto por la línea de los invertebrados.

El avance extraordinario de los *vertebrados*, se obtuvo porque lograron hacer interno el esqueleto el cual, al mismo tiempo que daba una estructura al animal, le permitía evolucionar dentro de ciertos límites sin quedar aprisionado. Y decimos dentro de ciertos límites porque en el caso de los reptiles la corpulencia de estos animales los obligó a crear unas estructuras óseas correspondientes a su tamaño lo cual les aprisionó el cerebro e impidió su desarrollo posterior, y los debilitó frente al ambiente por ser poco inteligentes: tener cerebros pequeños y escasa inteligencia pone en inminente peligro a su poseedor.

Los invertebrados alcanzaron tallas bastante grandes, como los pulpos, pero son animales que no han podido rebasar el medio acuático sino en sus formas más pequeñas. En cambio, a partir de los peces, el esqueleto sirve fundamentalmente para salir del mar, luego poder colocar de pies un animal sobre la costa terrestre y, sobre todo, erguir un hombre que no se viera obligado a mirar siempre la mirada hacia el amplio panorama del Universo.



LA CABEZA

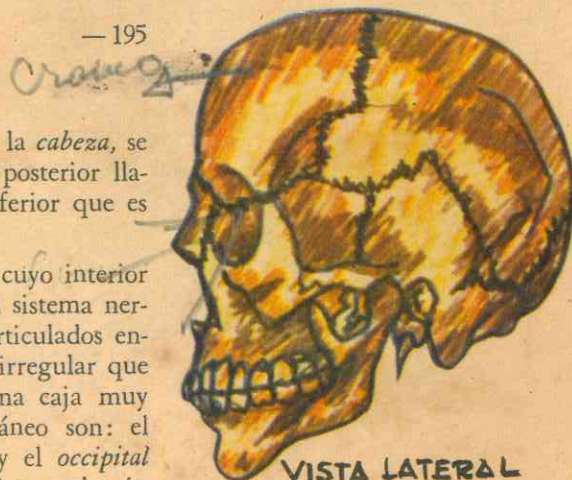
La parte superior del cuerpo humano, la *cabeza*, se compone de dos partes: una superior y posterior llamada *cráneo*, y otra parte anterior e inferior que es la *cara*.

El cráneo tiene una forma ovoide en cuyo interior se aloja el *encéfalo* o parte principal del sistema nervioso. Está formado por varios huesos articulados entre sí por medio de una *sutura dentada* irregular que encaja con la del otro lado y forma una caja muy rígida. Los huesos que integran el cráneo son: el *frontal*, dos *parietales*, dos *temporales* y el *occipital* que constituyen la capa exterior y esférica, y el *esfenoides* y el *etmoides* que ayudan a los anteriores a configurar la base del cráneo.

El *frontal* es un hueso situado en la parte superior y anterior del cráneo, encima de la cara; su lado anterior o externo corresponde a la frente y el posterior o interno está relacionado con el encéfalo. Separado del cráneo, el frontal semeja la concha de un bivalvo. Puesto en su lugar tiene una parte horizontal en donde el hueso parece doblarse hacia atrás para formar el techo de las órbitas.

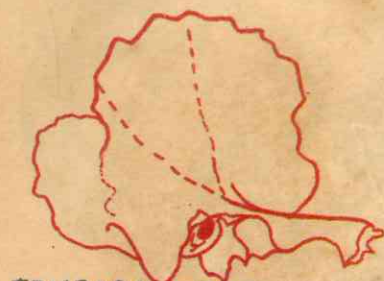
Inmediatamente detrás del frontal, y en su parte superior, están los *parietales*, uno a cada lado, que se articulan hacia abajo con el temporal y hacia atrás con el *occipital*. Su forma es aproximadamente cuadrada con un borde superior interparietal ligeramente cóncavo para ayudar a formar la caja o bóveda craneana. Tiene una cara externa lateral y una interna en contacto con el encéfalo.

En la parte posterior del cráneo está el *occipital* cuya extremidad inferior se dirige horizontalmente de atrás hacia adelante y contribuye a formar la base del cráneo. En esta zona hay un agujero llamado *occipital* que se articula con la primera vértebra de la columna vertebral y comunica la cavidad craneana con el canal raquídeo en el cual está alojada la medula espinal. La cara exterior del occipital es más irregular que la de los huesos anteriores, y más aún es la cara inferior que posee unas crestas bastante pronunciadas.

VISTA LATERAL
DEL CRANEO

DESPIECE

VISTA
INTERNA INFERIOR



TEMPORAL DERECHO
VISTA EXTERNA



CORTE
SAGITAL DEL CRANEO



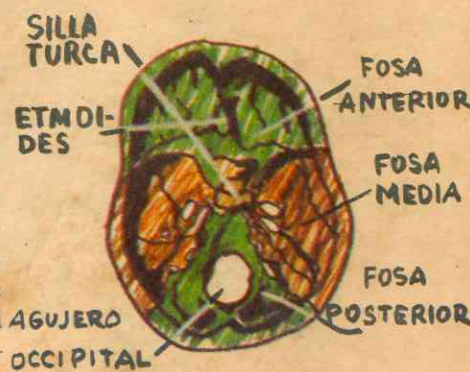
ESFENOIDES
VISTA FRONTAL

A los lados del cráneo y hacia la base están colocados los *temporales*, con una región escamosa hacia adelante que corresponde a la implantación de la oreja; hacia adentro hay otra parte llamada peñasco porque representa un macizo duro y rocoso que penetra al interior del cráneo, con una serie de cavidades en donde se alojan el oído medio y el interno. De la parte inferior de la escama hacia adelante va la *apófisis zigomática* o saliente zigomática que llega hasta el *pómulo* de la cara en ella se insertan los músculos de la masticación. Esta saliente se aprecia al tacto desde un poco abajo del ángulo exterior de la órbita hasta la iniciación del oído externo. Delante del agujero del conducto auditivo y debajo de la apófisis zigomática está la llamada *cavidad glenoides* del temporal, donde se articula el cóndilo del maxilar inferior. El *peñasco* se halla detrás de los *esfenoides*, se articula con el borde lateral del occipital y forma parte de la base del cráneo. Detrás del orificio de la oreja el temporal presenta por debajo del peñasco una espina o saliente llamada *apófisis estiloides* que se une a un hueso, el *hioides*, por medio de ligamentos. Este hueso hioides ubicado debajo de la base del cráneo, tiene forma de herradura y sobre él se insertan algunos músculos de la lengua.

El *esfenoides* está en la parte media de la base craneana y se articula con todos los huesos del cráneo y varios de la cara. Esfenoides quiere decir cuña. Visto de frente tiene forma de mariposa con unas alas mayores cuyos extremos se levantan y contribuyen a formar el fondo y las paredes laterales de la cavidad craneana y se articulan con el frontal, los temporales y los parietales; las alas menores, situadas delante del cuerpo forman con el frontal el fondo de la órbita del ojo. En la base de estas alas dos agujeros permiten el paso de los dos nervios ópticos.

Tiene el esfenoides un cuerpo por debajo del cual se encuentran los apófisis o *prolongaciones pterigoideas* que se dirigen hacia abajo por detrás de los maxilares superiores. Visto por encima presenta en su centro una serie de salientes que forman la llamada *silla turca* en donde se aloja la glándula hipofisis.

VISTA INTERNA INFERIOR



El *etmoides* es un hueso localizado hacia atrás de la porción horizontal del hueso frontal, con el temporal a los lados; tiene una pequeña *lámina horizontal* que continúa la del frontal. Esta lámina horizontal presenta numerosos orificios por donde pasan las ramificaciones del nervio olfatorio y se llama *lámina cribosa*. De la parte media e inferior del etmoides se desprende una lámina perpendicular delgada situada en la parte media de la nariz y constituye el tabique divisorio; a lado y lado están los cornetes que se desprenden de cada lado de la lámina horizontal hacia abajo: son los *cornetes superior y medio*, formados por una masa ósea cuyos bordes inferiores son delgados y retorcidos hacia adentro.

La parte inferior y anterior de la cabeza está formada por la cara cuyo esqueleto tiene varios huesos de los cuales los más visibles son los maxilares superior e inferior o mandíbula.

El *maxilar superior* está constituido por dos huesos firmemente unidos en la parte media, muy irregulares, cuyas ramas laterales o ascendentes se abren hacia arriba y van a articularse con el frontal; su base está debajo de la nariz y se prolonga hacia atrás para formar la parte anterior de la bóveda palatina. En la base se articula en semicírculo la arcada dentaria superior.

Hay dos huesos llamados *nasales*, que forman el caballete de la nariz y son ligeramente rectangulares. En el ángulo interno de las órbitas están los lagrimales o *ungüis*, cada uno de ellos perforado por el canal lacrimal que conduce las lágrimas hasta las fosas nasales. Los *pómulos*, situados debajo de las órbitas, contribuyen a conformar el piso de éstos. Detrás del maxilar superior los dos *palatinos* ayudan a configurar la parte posterior de la bóveda del paladar. La región inferior de las fosas nasales está formada por los dos *cornetes inferiores*, y por debajo y hacia atrás de la lámina perpendicular del etmoides se encuentra el *vómer* que continúa el tabique de las fosas nasales.

El *maxilar inferior* o mandíbula, en forma de herradura, tiene en su borde superior los dientes inferiores y de sus dos extremidades posteriores parten



ETMOIDES
VISTA
FRONTAL



VISTA
FRONTAL
DEL CRANEO



SECCION
DEL
MAXILAR INFERIOR



hacia arriba láminas delgadas que terminan en dos prominencias separadas una de otra por una escotadura llamada *sigmoides*. La prominencia anterior que es la *apófisis coronoides* termina en punta, y la posterior tiene una forma redondeada o elíptica, el *cóndilo del maxilar inferior* articulado con la cavidad glenoidea del temporal. En la apófisis coronoides se insertan los músculos maseteros que movilizan hacia arriba el maxilar inferior para cerrarlo contra el superior y en esta forma apretar las dos arcadas dentarias para mascar.

En cuanto a la estructura de los huesos del cráneo, observamos que están cubiertos exteriormente en el hombre vivo por un *periostio* delgado, y en su parte interna por la dura madre que desempeña el papel de periostio. Esta membrana es protectora del hueso. Los huesos están constituidos por dos láminas de tejido compacto: la lámina o *tabla interna* y la *tabla externa* entre las cuales se interpone una capa esponjosa o *díploe*. El *díploe* es muy rico en arterias, venas y linfáticos procedentes unos del periostio y del cuero cabelludo, y otros de la dura madre. La circulación es poco activa en los huesos del cráneo y por esto la cicatrización de las heridas es lenta.

En el *embrión* los huesos del cráneo son membranas; en el feto una parte se transforma en cartílagos mientras la otra queda en estado de membrana la cual termina de formarse después del nacimiento del niño dejando, entre el frontal hacia adelante y los dos parietales y el occipital hacia atrás, unas depresiones blandas llamadas *fontanelas* anteriores, medias y posteriores, que contribuyen a darle elasticidad al cráneo del niño en el momento de nacer para que pase con mayor facilidad a través de las vías del nacimiento.

LA COLUMNA VERTEBRAL

En seguida de la cabeza, hacia atrás y dirigida hacia abajo está la *columna vertebral*: es un eje óseo situado en la parte posterior del tronco que va desde la base del cráneo, en el agujero occipital en donde se articula la primera vértebra o *atlas*, hasta la terminación del tronco hacia atrás, el *cóccix*. La columna

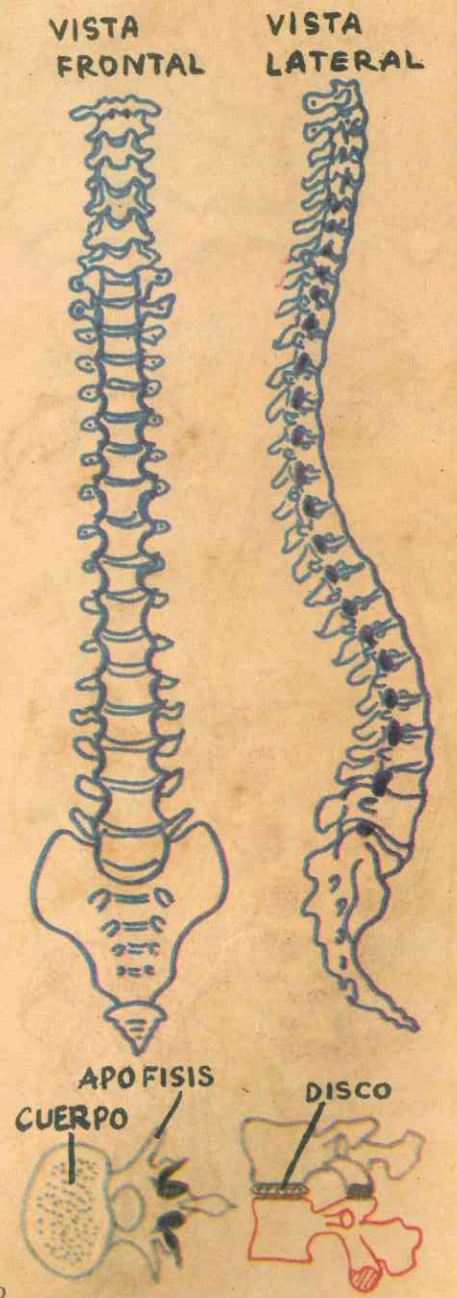
COLUMNA VERTEBRAL

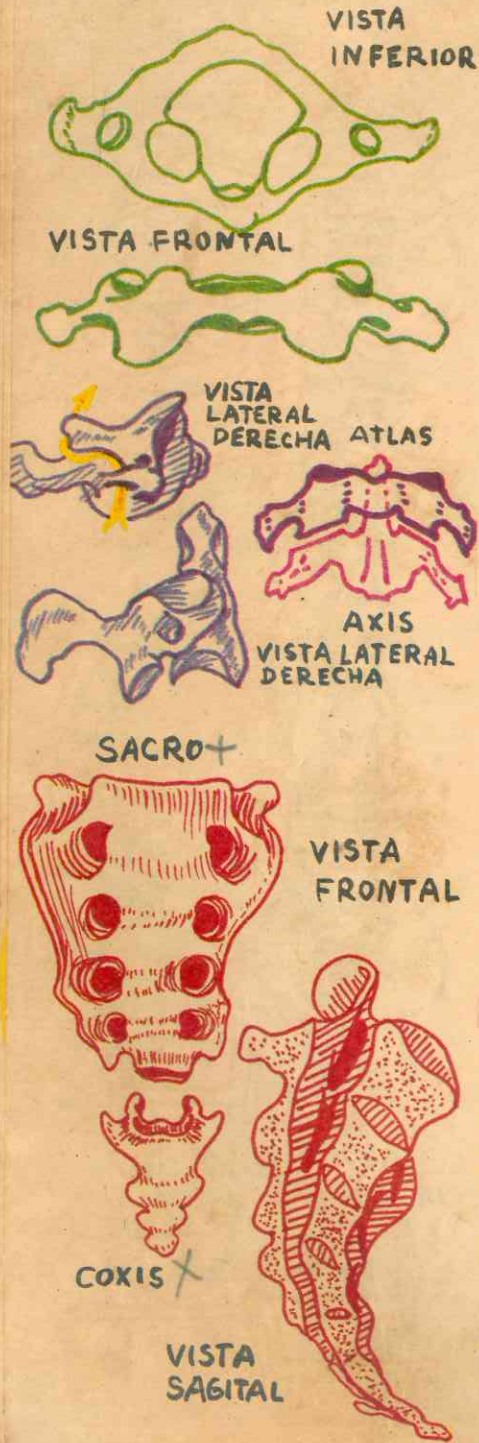
vertebral está constituida a todo lo largo de su recorrido por una serie de treinta y tres vértebras las cuales unidas una con otra por medio de ligamentos, le dan elasticidad al cuello y al tronco.

Entre una y otra vértebra hay un disco cartilaginoso llamado *disco intervertebral* que sirve para acolchonar los movimientos de las vértebras y darle flexibilidad al tronco. En la región cervical o del cuello hay siete vértebras, las *cervicales*; la región *dorsal* comprende doce vértebras a cada una de las cuales está unido un par de costillas; la región *lumbar* tiene cinco vértebras que corresponden más o menos a la cintura, y la región sacra está constituida por otras cinco que forman un solo hueso llamado *sacro* porque, según Mahoma, la reintegración del cuerpo el día de la resurrección de los muertos comenzará por este hueso; finalmente, la región coxígea tiene cuatro vértebras, soldadas también, que forman el hueso *cóccix*.

Vista en su conjunto, la columna vertebral no es vertical sino ondulada, con una ondulación anterior en la región cervical o del cuello, una posterior en la región dorsal que vuelve a ser anterior en la región lumbar, y nuevamente posterior y muy pronunciada en la región sacra y en la coxígea. Estas ondulaciones están determinadas en gran parte por la posición vertical del hombre. La ondulación cervical es anterior porque los músculos posteriores de la cabeza la mantienen erguida y al hacerlo continuamente en la posición de pies determinan una proyección de la columna vertebral hacia adelante. La columna dorsal, cóncava hacia adelante, da cabida al corazón y los pulmones; para compensar esta incurvatura amplia está la incurvatura anterior de la región lumbar. Cuando el hombre se irguió, el sacro y el cóccix quedaron más o menos en la posición primitiva que observamos claramente en los cuadrúpedos, como si el hombre no hubiera alcanzado todavía la posición erguida total.

Cada vértebra comprende un cuerpo voluminoso y fuerte, generalmente cilíndrico, que al colocarse uno encima del otro a todo lo largo de la columna vertebral forma el eje del tronco de que hemos hablado. Detrás del cuerpo de cada vértebra hay un agujero





cuya sucesión a través de toda la columna forma el canal raquídeo en donde se aloja la medula espinal. Las *apófisis* o protuberancias transversas se dirigen hacia los lados casi en forma horizontal; en la parte posterior hay otra apófisis llamada espinosa, dirigida hacia abajo, cuyo conjunto forma el espinazo o espina dorsal; tiene, además, cuatro apófisis articulares que sirven para la articulación de las vértebras entre sí, dos por encima y dos por debajo de cada vértebra.

Independientemente de esta descripción general se observa que el *atlas* es la primera vértebra de la columna vertebral sobre la cual descansa la cabeza, y está constituida por un anillo en el cual las características de las vértebras que hemos descrito se aprecian menos porque el cuerpo es muy reducido y la vértebra simétrica.

La segunda vértebra se llama *axis* y forma con el atlas una unidad funcional sobre la cual gira la cabeza; tiene una apófisis odontoides que se dirige hacia arriba para introducirse en la parte anterior del atlas y servir de eje para el movimiento de rotación de la cabeza.

El *sacro* es un hueso triangular dotado de cuatro perforaciones por donde salen los nervios sacros, con una cara anterior cóncava y otra posterior convexa, y se articula fuertemente con los huesos ilíacos que, a su turno, sirven de apoyo a los miembros inferiores para la marcha y la estación de pies. El cóccix sólo tiene cuerpo y resulta de la soldadura de tres o cuatro vértebras pequeñas; representa la iniciación de la cola de los mamíferos.

Los huesos de la parte inferior del tronco ofrecen soporte a todos los órganos alojados en el abdomen; además, se unen a ellos fuertemente y de manera móvil los miembros inferiores, de tal manera que el peso del hombre en pie es recibido por la articulación de los huesos de la cadera con el hueso del muslo y, hacia atrás, con los huesos de la columna vertebral.

EL TORAX

Si observamos el *tórax*, lo vemos como una caja dentro de la cual están los pulmones y el corazón; la *reja costal* se articula hacia atrás con la columna

vertebral y hacia adelante con el *esternón* por medio de cartílagos costales. Esta reja se compone de doce *costillas* de cada lado, insertadas cada una hacia atrás en una de las doce vértebras dorsales; hacia adelante, las siete primeras se articulan al cuerpo del esternón a través de un cartílago, y las cinco últimas se reúnen por medio de un cartílago al séptimo cartílago costal. Las últimas costillas se llaman flotantes porque no se articulan hacia adelante por cartílagos. La forma de arco de cada costilla contribuye a configurar la caja torácica.

El tórax está limitado a los lados por las costillas, al frente por el esternón y atrás por la columna vertebral. Es una caja en forma de tronco ovoide con un vértice superior ligeramente truncado que corresponde a la primera costilla y una base inferior limitada por el diafragma que se inserta en el borde inferior de la caja torácica. La articulación anterior de las costillas por medio de cartílagos que son flexibles y más elásticos que los huesos, permite un movimiento de expansión y retracción del tórax que observamos fácilmente en la respiración de cualquier mamífero o hombre. Este movimiento es fundamental para la vida.

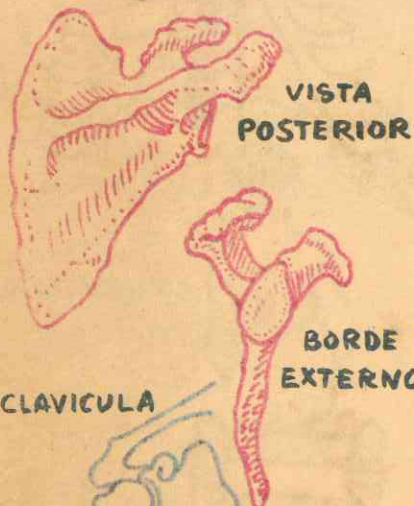
Si adoptamos actitudes viciosas al inclinarnos mucho sobre la mesa cuando estudiamos o trabajamos, se va adquiriendo una deformación, la *joroba*, que dificulta la ventilación pulmonar; al doblar anormalmente la columna vertebral algunas veces alcanzamos a prensar entre dos vértebras los nervios que salen a través de los agujeros conjugados con lo cual se producen *neuralgias* que pueden requerir tratamientos quirúrgicos para curarlas. Los *agujeros conjugados* se forman por una escotadura de la vértebra superior que corresponde a otra inferior y por ellos se establece la comunicación entre la medula espinal y el resto del organismo. La *joroba* se llama *xifosis* cuando la deformación de la columna vertebral se hace hacia atrás; si se hace hacia adelante constituye la *lordosis*; si al mirarla de frente la observamos como una S se llama *escoliosis*.



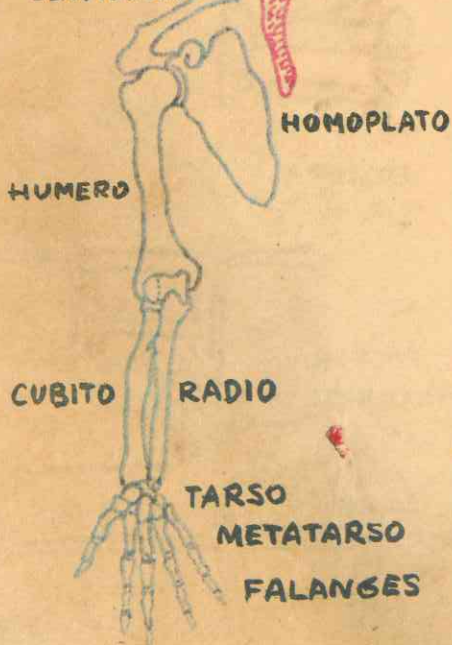
CLAVICULA



HOMOPLATO



CLAVICULA



LA CINTURA SUPERIOR

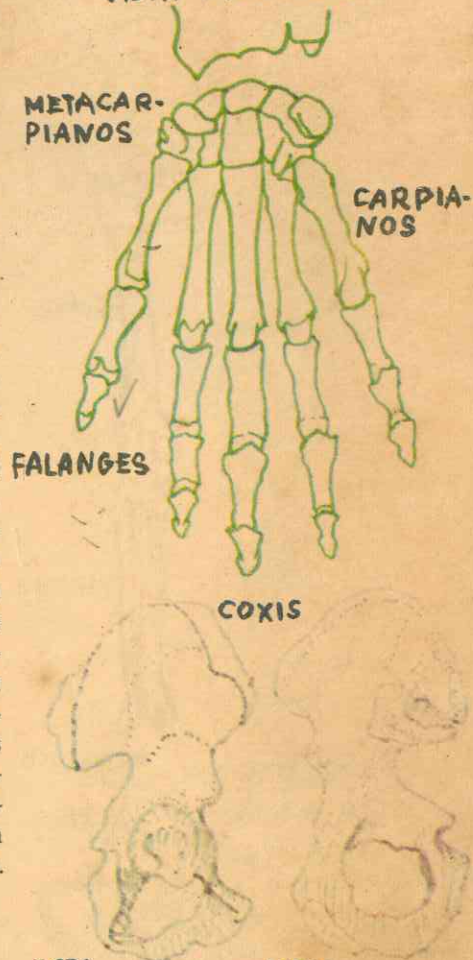
Se da el nombre de *cinturas* a la cadena de huesos que sirve a los miembros superior e inferior para adherirse a la columna vertebral. La cintura superior está compuesta por las clavículas y los omoplatos, y la inferior, que inserta el miembro inferior en el tronco, se llama cintura pélvica y está compuesta por el coxal.

La *clavícula* es un hueso largo en forma de S abierta que se extiende del acromiión, apófisis del omoplato, hasta el manubrio o parte superior del esternón. El *omoplato* es un hueso plano situado en la región superior y posterior del tórax, de forma triangular, cuyo lado más largo es paralelo a la columna vertebral y el superior y externo tiene una concavidad llamada glenoidea, que sirve para recibir la cabeza del húmero y permitir su deslizamiento y, por tanto, los movimientos del brazo. El omoplato está presionado contra la reja torácica por medio de un sistema muscular adherido en parte a la columna vertebral y en parte a la reja costal; esta unión de los músculos permite el movimiento del hombro hacia adelante, hacia atrás y hacia abajo; la clavícula tiene menos movimiento por mantenerse adherida al esternón.

EL MIEMBRO SUPERIOR

El miembro superior consta de tres partes: el brazo, el antebrazo y la mano. El *brazo* tiene un solo hueso llamado *húmero*, hueso largo que se articula arriba con el omoplato y abajo con los huesos del antebrazo. La articulación con el omoplato está constituida por un segmento de esfera que gira fácilmente sobre la *cavidad glenoidea* del omoplato, permitiendo una gran movilidad al brazo. La articulación de los huesos del antebrazo se hace por medio de una polea llamada *tróclea*, en la cual se alojan los extremos superiores de los dos huesos del antebrazo, el cúbito y el radio. El cúbito tiene un segmento de arco en forma de pico de ave que gira sobre la polea del húmero, y en el radio se encuentra una cavidad parecida a la cavidad glenoidea del omoplato por medio de la cual se desliza sobre la misma polea.

HUESOS DE LA MANO DERECHA VISTA POSTERIOR

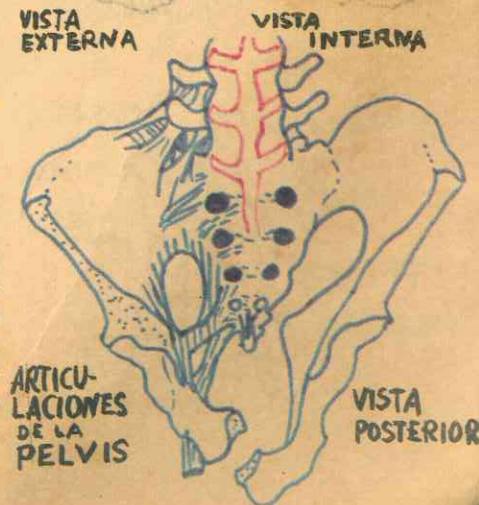


En el antebrazo el *cúbito* está situado adentro y el *radio* afuera, y son paralelos. El cúbito y el radio se articulan con la mano a nivel de la muñeca.

La *mano* consta de tres partes: el *carpo*, el *metacarpo* y los *dedos*. El carpo se compone de ocho huesos colocados en dos hileras: la superior que se articula con el cúbito y el radio, y la inferior con los huesos del metacarpo o metacarpianos. Los huesos de la primera fila son el *escafoides*, el *semilunar*, el *piramidal* y el *pisciforme*, y los de la segunda fila el *trapezio*, el *trapezoide*, el *cuadrado* y el *ganchudo*. Estos huesos componen la parte superior de la mano y contribuyen a formar la *muñeca*. El resto de la mano está compuesta por los huesos del *metacarpo* que son cinco, numerados hacia adentro desde el hueso correspondiente al primer dedo, externo o dedo mayor de la mano, hasta el quinto dedo, *meñique*, interno o pequeño. Los *metacarpianos* son huesos largos articulados en su parte inferior con los huesos de los respectivos dedos. Cada dedo se compone de tres *falanges*, a excepción del primero que no tiene sino dos, y al doblarse forman la *mano cerrada* o *puño* que tiene bastante fuerza para agarrar; el primer dedo se opone a los otros cuatro con lo cual la mano queda mejor cerrada y con más fuerza que si todos fueran paralelos. Esta característica de especie humana le ha permitido a la mano ser instrumento de precisión.

LA CINTURA INFERIOR

La *cintura pelviana* consta de dos huesos *coxales*, *ilíacos* o huesos de la cadera, cada uno de los cuales resulta de la soldadura de otros tres llamados: el *ileón* localizado hacia atrás, que se adhiere a la columna vertebral y tiene una cavidad semiesférica en donde se articula el primer hueso del miembro inferior llamado *fémur* o hueso del muslo; el *izquión*, situado en la parte inferior que es el cojinete sobre el cual descansamos cuando estamos sentados; y el *pubis*, hacia adelante, que se junta con el pubis del lado contrario para cerrar así una amplia cavidad llamada *bacinete*. El *bacinete* está compuesto hacia atrás por el sacro, a los lados por el *ileón* y el *izquión*, y ade-



lante por el pubis. Se llama también *cavidad pelviana* y en su interior se hallan la vejiga, el recto, parte del intestino delgado y del grueso y el útero y los ovarios en la mujer; por el bacinete pasan también los uréteres o conductos por donde desembocan el riñón y la vejiga, las arterias y venas ilíacas.

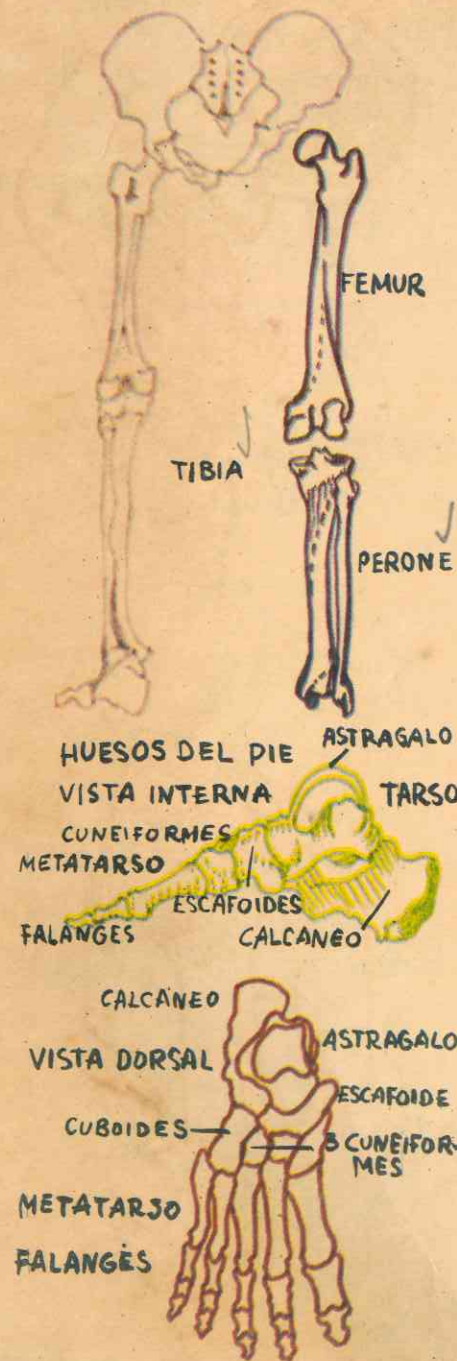
EL MIEMBRO INFERIOR

El primer hueso del *miembro inferior* es el *fémur* o hueso del *muslo* articulado en la cavidad coxal por medio de una semiesfera parecida a la del húmero pero más amplia y fuerte. El fémur es, por tanto, homólogo o parecido al húmero y tiene en su extremidad inferior una polea o corredera en la cual se articulan los huesos de la pierna llamados la tibia y el peroné. Delante de la articulación de la rodilla hay un hueso, la rótula, que protege la articulación que está muy expuesta a traumatismos y, además impide que la pierna se doble por la rodilla hacia atrás. El fémur es el hueso más largo del cuerpo humano.

La *tibia*, localizada en la pierna hacia el lado de adentro, es un hueso triangular con un borde anterior cortante llamado espinilla.

La protuberancia interior de la tibia forma el tobillo interno. El *peroné* ubicado hacia afuera de la pierna es bastante delgado y su protuberancia exterior forma el tobillo externo.

El *pie* consta de tres partes: el *tarso*, el *metatarso* y los *dedos*. El *tarso* se compone de siete huesos, dispuestos en dos filas, homólogos o semejantes a los del carpo. La fila posterior tiene dos huesos: el *astrágalo* que se articula con la tibia la cual se desliza sobre éste como sobre una polea; también el *astrágalo* se articula con el *calcáneo* por la parte de abajo y por delante con los huesos de la segunda fila. El *calcáneo* forma el talón y sobre él descansa todo el cuerpo cuando está en posición vertical. El resto de los huesos del pie sirven de apoyo al cuerpo. La segunda fila anterior comprende por fuera el hueso *cuboides* y por dentro el *escafoides* en cuya cara anterior hay tres huesos llamados *cuneiformes*. Dos de estos huesos contribuyen a darle una cierta flexibilidad al pie para que la marcha sea más hábil.



Hacia adelante del tarso está el *metatarso* que comprende la mayor parte del pie. Su esqueleto está compuesto por cinco huesos largos, los metatarsianos, articulados hacia adelante con cada uno de los dedos del pie.

Los cinco *dedos* del pie tienen cada uno tres falanges menos el primero que tiene dos porque falta la segunda. Están dispuestos en sentido posteroanterior y constituyen la parte anterior del pie.

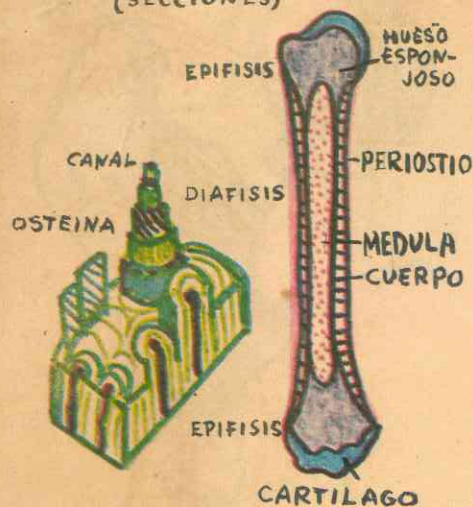
El movimiento del miembro inferior es mucho menor que el del superior, pero permite una estación de pie mucho más rígida y vertical en el hombre que en los antropoides, aunque menos ágil.

Si aserramos cualquiera de los huesos largos, el fémur por ejemplo, para dividirlo en dos partes, observamos que en su interior hay una cavidad que en el ser vivo está llena por la medula ósea, órgano productor de glóbulos rojos y blancos. Los huesos planos, como los superiores del cráneo, prácticamente no tienen cavidad interior pero al abrir algunos de la cara como el maxilar superior, vemos que posee también cavidades. En los huesos largos la primera función de estas cavidades es la de servir de protección a los órganos que hemos indicado y, en segundo lugar, darle un poco más de flexibilidad al hueso para evitar que se rompa. En el caso de los huesos de la cara, como el maxilar superior, dichas cavidades o senos sirven para calentar el aire que aspiramos y también para disminuir el peso del cráneo.

Podemos resumir la fisiología o función general de los huesos de la siguiente manera: protegen los órganos nobles como el cerebro, la medula espinal y la medula ósea, el corazón y los pulmones; contribuyen a mantener cierta posición, como la posición erecta del hombre; son órganos que al funcionar como palancas, facilitan los movimientos de traslación, como en el caso del miembro inferior; y de utilización de instrumentos, como característica puramente humana en el miembro superior del hombre.



**ESTRUCTURA OSEA
(SECCIONES)**



COMPOSICION DE LOS HUESOS

Los huesos están formados por una tercera parte de una substancia orgánica llamada *osteína* y por dos terceras partes de sales; carbonato y fluoruro de calcio y fosfato de magnesio.

La *irrigación* de los huesos se hace por medio de arterias que entran por unos agujeros muy pequeños que se abren en la superficie y se llaman agujeros nutricios. La sangre es recogida respectivamente por las venas y los linfáticos y regresa a la circulación general.

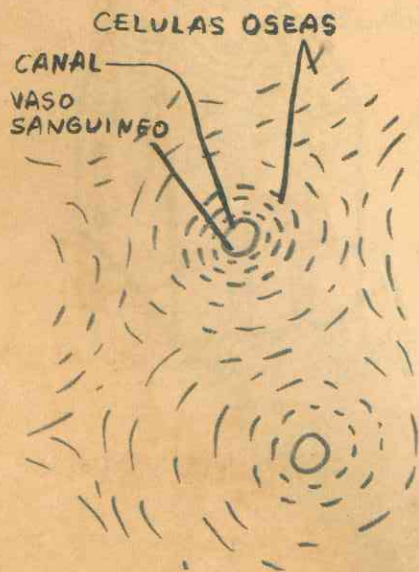
EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Sumergimos un hueso en ácido clorhídrico y vemos cómo se disuelven las sales minerales y queda la *osteína* la cual, calentada en agua se convierte en *gelatina*, procedimiento muy utilizado en culinaria con los huesos de buey para preparar una comida muy alimenticia, la gelatina de pata. Si quemamos los huesos desaparece la *osteína* y obtendremos las *sales minerales* de las cuales puede extraerse ácido fosfórico. Estas sales así tratadas sirven para abonos en la agricultura.

ESTRUCTURA DE LOS HUESOS

Al hacer un corte longitudinal a través de un hueso largo como el fémur o la tibia, observamos de adentro hacia afuera lo siguiente: en primer lugar un canal medular lleno de una substancia amarilla llamada *medula ósea o roja*. Este órgano a pesar de su nombre no tiene que ver con el hueso sino que simplemente está allí para producir glóbulos rojos y blancos. En seguida hay una lámina dura, compacta: es el *cuerpo del hueso* y presenta numerosos orificios longitudinales por donde circulan los vasos sanguíneos que llevan el alimento al hueso. En el exterior hay una membrana dura, fibrosa y resistente, el *periostio*, que es la matriz en donde se forma y crece el hueso y sirve para su regeneración en caso de fractura.

Los huesos planos como los de la bóveda craneana, y los huesos cortos como los de las falanges tienen también periostio envolvente, el cuerpo del hueso más adentro, y en el interior una lámina de tejido óseo y una especie de red o malla esponjosa



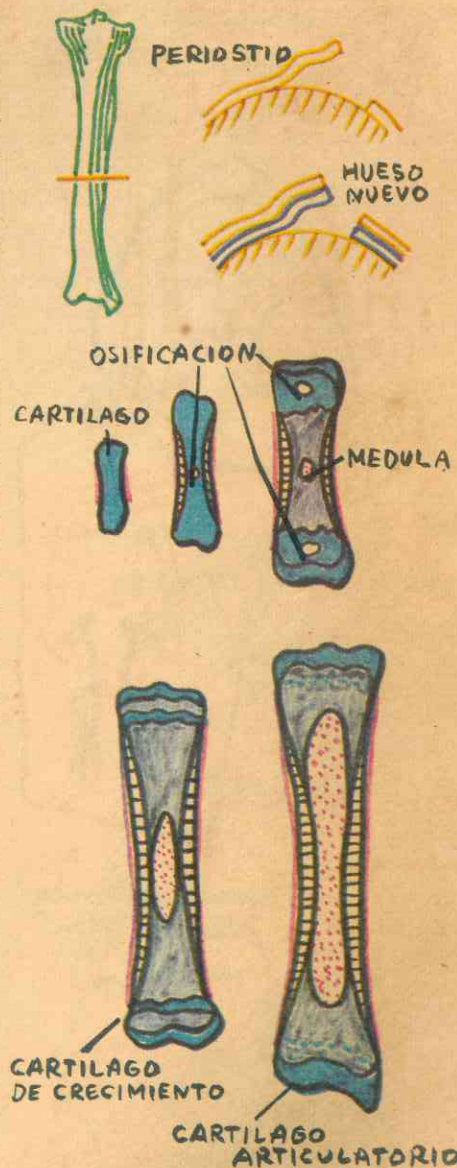
formada por laminillas que se entrecruzan en todas direcciones, en cuyos espacios se aloja la medula ósea o roja.

La célula ósea. — Si hacemos cortes transversales en un hueso para obtener una lámina que luego tratamos con lija hasta hacerla casi transparente, al verla al microscopio observamos una serie de laminillas circulares dispuestas alrededor de un canal llamado *de Havers*. Las laminillas están constituidas por la *osteína* e impregnadas por las sales de calcio. En el espesor de las laminillas se encuentran otras lagunas óseas pequeñas en donde se alojan los *osteoblastos* o células formadoras del hueso, de forma irregular que se ven al microscopio como insectos repartidos en una hoja de papel blanco con prolongaciones o patas que se unen a las células cercanas en forma de cadena. El canal de Havers da paso a los vasos sanguíneos que nutren el hueso, y al circular la sangre por estos canales se va comunicando con las células vecinas y con las más alejadas por medio de prolongaciones protoplasmáticas que contribuyen a mantener la alimentación de la totalidad del órgano. Estas células tienen la propiedad de absorber directamente las sales del calcio de la sangre para la formación y conservación del hueso.

El periostio. — El *periostio* es una capa de tejido fibroso que rodea el hueso, tan íntimamente unido a él que para poderlo desprender hay que utilizar un instrumento cortante fuerte. Tiene dos regiones, una externa o capa protectora por la que circulan vasos sanguíneos que aseguran la nutrición de los huesos, y también pasan los nervios que penetran hasta el interior de ellos; y una capa interna que tiene actividad hacia adentro del hueso y se llama *osteógena* porque contribuye a la formación de él. Esta última capa deja de existir cuando se ha terminado el crecimiento del hueso.

Cuando un hueso se pone en comunicación con otro desaparece de allí el periostio y se forma entre los dos un cartílago llamado articular que sirve de cojinete para el movimiento.

Formación de los huesos. — Los huesos, desde las primeras semanas de vida atraviesan varias etapas:



FORMACION OSEA



un estado *mucoso* en el que es como una gelatina; un estado *cartilaginoso* en el cual están casi todos los huesos cuando nace el niño, y un estado *óseo* que es el que alcanza el hombre en la madurez y que ha comenzado a formarse antes de nacer a partir de los centros de osificación. En los huesos largos hay tres *centros* principales de *osificación*: en cada una de las dos extremidades abultadas de los huesos largos *epifisis*, y en la parte media o *diáfisis*. Cerca de las epifisis dos zonas cartilaginosas sirven para el crecimiento longitudinal del hueso, las cuales disminuyen su actividad entre los diez y ocho y los veinticinco años, cuando cesa totalmente el crecimiento de los huesos.

La *osificación* es regulada por medio de la *vitamina D* y la ayuda de la *glándula paratiroides*. La glándula está situada al lado del tiroides y tiene por función regular el calcio en la sangre. Cuando aumenta el tenor o cantidad de calcio en la sangre disminuye la actividad glandular y viceversa. El mayor aporte de calcio en el organismo se obtiene de la leche. Este producto debe darse especialmente a los niños y a los jóvenes y no conviene suspender su consumo si no es por motivos graves.

La *vitamina D* aumenta la absorción del calcio y el fósforo a través del intestino y favorece también la calcificación por acción directa sobre el hueso. Esta vitamina se encuentra especialmente en el aceite de hígado de bacalao y de tiburón, y en menos cantidad en la yema del huevo. A partir de algunas plantas inferiores como levaduras y hongos se obtiene vitamina D resultante de la irradiación solar. Durante el embarazo la mujer necesita más vitamina D, lo mismo que los niños en su crecimiento. Debido a la insolación tropical entre nosotros casi no se encuentra el raquitismo que es una descalcificación debida a falta de vitamina D natural o a irradiación solar. En esta enfermedad el hueso deficiente se dobla dando lugar a deformaciones terribles que dan ese aspecto a veces monstruoso de ciertos jorobados y bufones de las cortes medioevales y espectáculos modernos, a quienes no sólo se les deforma el cuerpo sino también el alma.

EL SISTEMA ARTICULAR

Los huesos se unen entre sí por medio de *articulaciones* que permiten el movimiento. Unas son muy móviles, las *diartrosis*, como las de los miembros superior e inferior. Otras son semimóviles o de poca movilidad, las *anfiartrosis*, como las de las vértebras entre sí lo mismo que la sínfisis pubiana que es la unión de ambos pubis en la parte anterior del bacinete. Y la *sinartrosis* o articulación que no tiene movimiento como sucede en la unión de los huesos del cráneo.

Los huesos presentan una superficie articular al vecino con el cual se articula; esta superficie puede ser parecida en ambos huesos o presentar una depresión en uno de ellos; en este caso el hueso vecino tiene una saliente para que encajen. A esta saliente se le llama *cabeza* cuando es esférica y *cóndilo* cuando es un segmento de la esfera. Las depresiones esféricas son las *cavidades cotiloideas* y las no esféricas, *cavidades glenoideas*. La cabeza del fémur se articula con la cavidad cotiloidea de la cadera, los cóndilos del maxilar se articulan con la cavidad glenoidea del temporal. Alrededor de las articulaciones hay un saco o manguillo llamado por una membrana llamada *sinovial* que secreta un líquido, la *sinovia*, para lubricar y facilitar los movimientos de la superficie articular. Simultáneamente hay unos *ligamentos* que son como tiras elásticas extendidas de un hueso a otro con el fin de asegurar la unión; son particulares cuando rodean la articulación e interregulares cuando van del fondo de la cavidad a la superficie articular. También entre hueso y hueso de la articulación móvil se encuentra una lámina articular cartilaginosa, como un cojinete sobre el cual rueda la articulación. La presencia de este cartílago se debe a que ese tejido no se inflama con el roce ni se desgasta; si un hueso se pusiera directamente en contacto con otro, ambos se desgastarían muy rápidamente.

Las *sinartrosis* se engranan por medio de un bisel como cremallera que se ve claramente en los huesos superiores del cráneo; se le llama *sutura*, porque da la impresión de un hilo que fuera de lado a lado. Estas articulaciones con la edad se van soldando completamente hasta hacer del cráneo un sistema rígido.

ARTICULACION DE HUMERO Y HOMOPLATO



CODO



HOMBRO



RODILLA



CADERA



DIARTROSIS

HIPERTROFIA MUSCULAR Y ANOMALIA OSEA



FRACTURAS DE TIBIA Y PERONE



Los *ligamentos* son los más poderosos elementos de unión y sostén que permiten los movimientos fisiológicos, e impiden los anormales. Los ligamentos cruzados de la rodilla impiden que la pierna gire indebidamente hacia la derecha o hacia la izquierda.

No sólo los elementos articulares tienen el hueso en su lugar sino que también a ello contribuye el aparato muscular que ayuda a mantener los huesos dentro de ciertos límites. Sea el momento de observar que los niños y jóvenes deben hacer ejercicio moderado y que los deportes violentos como el fútbol antes de los veinte años, o el tenis, desarrollan extraordinariamente el aparato muscular y al fortalecerse demasiado los músculos traccionan el hueso de extremo a extremo e impiden su crecimiento normal; por esto los deportistas desde la niñez no alcanzan la talla conveniente y forman unos tipos rechonchos con el enorme problema de que el aumento excesivo de la masa muscular trae como consecuencia una disminución de la actividad cerebral.

Lesiones del aparato osteoarticular. — Los huesos son duros y rígidos y, por tanto, frágiles, o sea que rompen como vidrio. Son, además, el órgano del cuerpo menos irrigado, con menos afluencia de sangre así que, una vez fracturado tarda más que cualquier otro para reconstruirse. Fuera de las *fracturas* se presentan *luxaciones* cuando un hueso se sale de la cápsula articular, y su reducción consiste en la colocación del hueso dislocado en el lugar conveniente. Los *esguinces* consisten en las distensiones violentas o ruptura de los ligamentos articulares; el hueso queda bien colocado pero sufre una disminución de la resistencia de la articulación.

Cuando se presenta una fractura, debe inmovilizarse el hueso como el mejor remedio contra el dolor, y esperar a que un médico con la ayuda de rayos X lo coloque en posición conveniente y ponga yeso o algún aparato ortopédico, como una tablilla que fije el hueso roto con el fin de que se produzca la cicatrización. Las luxaciones son por lo general más fáciles de arreglar pero debe tenerse conocimiento muy exacto de la anatomía para no dañar la cápsula articular. En estos casos debemos acudir a un médico que reduzca la luxación y la ponga en relativa

inmovilidad mientras desaparece el período inflamatorio. El tratamiento de los esguinces es el reposo, la inmovilidad y protección de las articulaciones con una faja elástica mientras desaparece la inflamación.

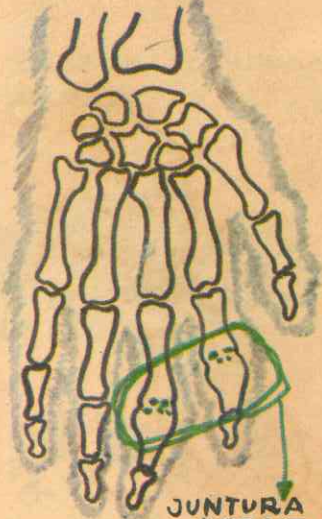
Hay que tener en cuenta que todos los accidentes son más o menos graves de acuerdo con el lugar donde se producen. Una fractura del cráneo es grave porque puede lesionar la masa encefálica, lo mismo que una fractura en la columna vertebral. Las fracturas de los miembros superior e inferior tienen un tratamiento más fácil si son cerradas, sin herida exterior; pero si son abiertas, es decir, cuando el hueso queda por fuera de la piel, puede infectarse y ofrece dificultades para la curación.

Las posiciones viciosas, el sentarse agachado o caminar mirando el piso, deforman la columna vertebral. Obligar a los niños muy pequeños a caminar es un grave error que hace que las piernas adquieran la forma de paréntesis. El niño debe caminar cuando lo haga espontáneamente.

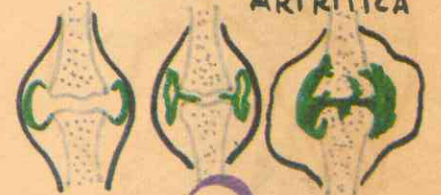
En la primera infancia debe tenerse especial cuidado sobre todo con las fracturas del cráneo que pueden determinar la presencia de esquirlas de hueso dentro de la masa cerebral con presentación de epilepsia, lo mismo que los accidentes que determinan una conmoción cerebral, que consiste en que el cerebro inflamado aumenta el volumen, y como los huesos del cráneo son rígidos y no se distienden, la presión del cerebro inflamado influye desfavorablemente sobre los centros nerviosos principales, ocasionando en los muchachos retardos mentales y fallas en la actividad cerebral.

Hay que tener en cuenta que debido a la escasa irrigación sanguínea de los huesos, las infecciones de estos órganos son bastante rebeldes a los tratamientos habituales. Son especialmente susceptibles a la infección tuberculosa y a los estafilococos los cuales, una vez establecidos, producen lesiones que se prolongan con frecuencia por interminables años.

La afección más frecuente del sistema articular es el *reumatismo articular agudo* con cuya complicación más grave encontramos al hablar de las afecciones de la válvula mitral. El reumatismo es una enferme-



JUNTURA ARTRITICA



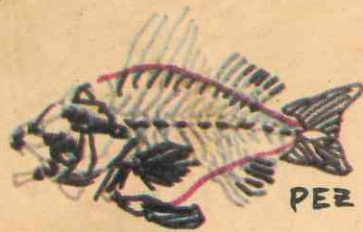
INVASION DEL TEJIDO SINOVIAL



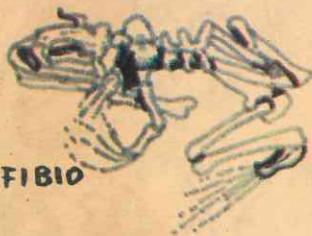
ARTICULACIONES VULNERABLES A LA ARTRITIS

NO EJERCER DE OBSEQUIO

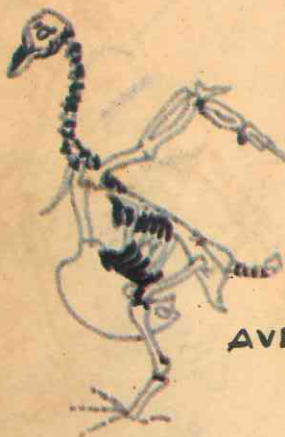
ESQUELETO INTERNO DE LOS VERTEBRADOS



PEZ



ANFIBIO



AVE



MAMIFERO

212—

dad generalmente de la gente joven, y consiste en una inflamación aguda de las articulaciones que las va afectando alternativamente. Se debe esta afección al estreptococo que coloniza en cualquier tejido del cuerpo, en especial en las amígdalas, y cuyas toxinas o venenos inflaman las articulaciones. Esta enfermedad se conoce desde el Paleolítico pues numerosos restos de esa época presentan manifestaciones de tal tipo, lo cual coincide con el ambiente húmedo que reinaba y que favorecía la infección estreptocócica. Los niños rubios de tez rosada son más propensos al reumatismo. El tratamiento debe comenzarse inmediatamente que se presente la enfermedad con antibióticos y antirreumáticos, y para prevenirla se debe combatir cualquier foco infeccioso, especialmente en los jóvenes, y más si tienen las características que hemos anotado. Es menos grave y menos frecuente en el trópico que en las zonas templadas.

Finalmente, debemos llamar la atención sobre la *gota*, afección de las articulaciones del pie, debida a un trastorno del metabolismo del ácido úrico. A pesar de que se trata de un proceso en que posiblemente entren factores de tipo congénito, es decir, que nacen con el individuo por tratarse de una afección muy dolorosa que se presenta en la edad media de la vida e incapacita para el trabajo, es necesario buscar sus causas. Lo que podemos adelantar es que en Inglaterra y Alemania se presenta en personas hiperalimentadas con carnes en conserva, y tal vez por el consumo de cerveza. Entre nosotros, la enfermedad coincide con los bebedores de cerveza, especialmente con los trabajadores de cervcerías por la costumbre que hay en las fábricas de regalar este producto a sus empleados. Gran parte de los gotosos inválidos de Colombia son exempleados de cervcerías que alrededor de los cuarenta y cinco años se invalidan para trabajar cuando todavía podrían prestar servicio durante muchos años más si no fuera por su lesión.

— 213

RESUMEN

El esqueleto interno de los vertebrados permitió a éstos evolucionar dentro de los límites de cada una de las especies.

El esqueleto de la cabeza comprende los huesos del cráneo y los de la cara. El único hueso movable de la cabeza es el maxilar inferior.

La columna vertebral es un eje óseo situado en la parte posterior del tronco, va desde la base del cráneo hasta el cóccix y está formada de 33 vértebras.

El tórax, que aloja los pulmones y el corazón, está limitado por la columna vertebral hacia atrás, las costillas a los lados y por el esternón hacia adelante.

Las cinturas escapular y pelviana, sirven para articular los huesos de las extremidades superior e inferior, respectivamente. Los huesos de la cintura escapular son el omoplato hacia atrás y las clavículas hacia adelante. Los huesos del miembro superior son el húmero, el cúbito y el radio, los metacarpianos, los carpianos y los de los dedos.

Los huesos de la cintura pelviana son el ileón, el izquión y el pubis. Los huesos del miembro inferior son el fémur, la tibia y el peroné, los tarsianos, los metatarsianos y los dedos.

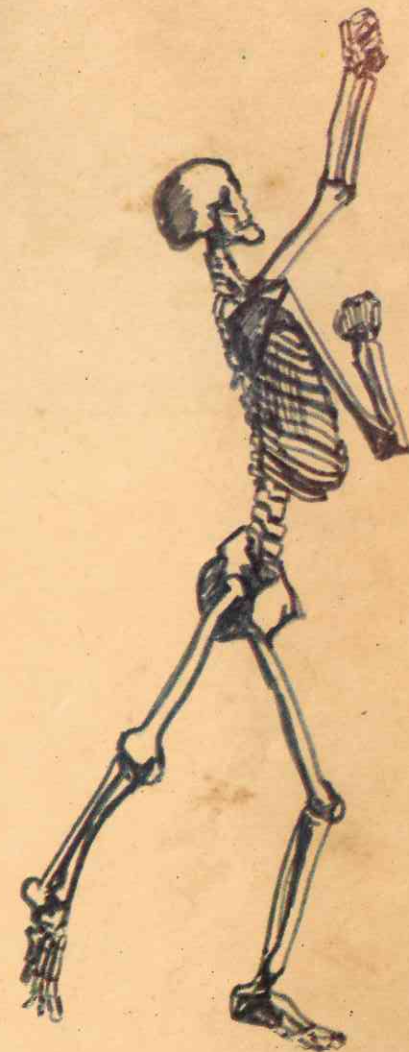
Los huesos están formados de una sustancia orgánica llamada osteína y de una sustancia mineral de carbonato y fluoruro de calcio y fosfato de magnesio.

Los huesos largos tienen un canal con medula ósea. En la medula ósea roja se forman glóbulos rojos.

El periostio es la membrana que hace crecer el hueso en espesor.

La formación de los huesos pasa por los estados mucoso, cartilaginoso y óseo propiamente dicho.

Las articulaciones de los huesos son diartrosis las móviles, anfiartrosis las semimóviles y sinartrosis las inmóviles.



ESQUELETO
HUMANO



EL MOVIMIENTO

10. EL MOVIMIENTO

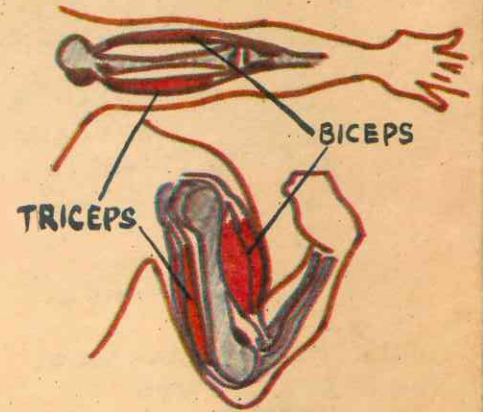
DEFINICION

El movimiento en el organismo está determinado por un sistema de órganos llamados *músculos*; estos tienen la propiedad de contraerse y distenderse para originar ese movimiento.

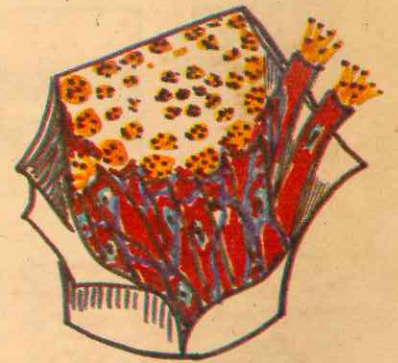
Los músculos se dividen fundamentalmente en dos grandes grupos: músculos *involuntarios*, que ya hemos estudiado en los aparatos digestivos, circulatorio, respiratorio y genitourinario, y músculos *voluntarios*, controlados por la voluntad, que parcialmente ya hemos encontrado en el sistema respiratorio, en el urinario y el digestivo; pues parte de los movimientos de la respiración como de la micción y la defecación son también voluntarias.

Pero al lado del sistema involuntario hay un sistema de músculos definitivamente voluntarios, que son los músculos de la masticación, del gesto de la cara, los movimientos del tronco y de los miembros superior e inferior.

Al primer grupo de músculos o de la vida involuntaria se les llama de la *vida vegetativa*. Los voluntarios se llaman músculos de la *vida de relación*. Con los primeros, ayudados a veces por los segundos, el organismo desempeña las diversas funciones orgánicas que contribuyen a mantener la vida. Con los segundos el hombre establece relación trasladándose de un lugar a otro y utilizando sus manos como instrumentos de trabajo.



FIBRA MUSCULAR



MOVIMIENTO AMIBOIDEO



MOVIMIENTO CILIAR



MOVIMIENTO DE ANELIDOS POR ALARGAMIENTO Y ACORTAMIENTO



MUSCULOS



LISO



ESTRIADO



FIBRAS LISAS (VOLUNTARIAS)

FIBRAS ESTRIADAS (INVOLUNTARIAS)



Para estudiar el origen y desarrollo del sistema muscular tenemos que ir hasta el origen de la vida; las bacterias tienen pestañas vibrátiles que les sirven para trasladarse de un lugar a otro. Los *flagelados vegetales* tienen un movimiento de traslación bastante activo, e interiormente están contrayendo y dilatando sus órganos para el desempeño de sus diversas funciones vegetativas.

Luego encontramos a través de todo el reino animal un movimiento muy activo que parte de la *vacuola contráctil* de la célula, y que le sirve de aparato circulatorio y excretor. En los *gusanos* hay movimientos de reptación, y es extraordinariamente rápido el movimiento de las alas de los *insectos*. En los *vertebrados* encontramos movimiento involuntario definido y voluntario típico como lo veremos en el hombre.

ESTRUCTURA MUSCULAR

Por la estructura, los músculos se dividen en *lisos*, los de movimiento involuntario, y *estriados* del movimiento voluntario. Los músculos del corazón tienen una estructura especial llamada *miocardio* pero los asimilaremos a los del movimiento involuntario. Los músculos del movimiento involuntario o lisos son los que pertenecen al *sistema vegetativo* y el sistema voluntario o de músculos estriados es el de la *vida de relación*.

Al colorear y ver al microscopio una preparación de músculo liso se aprecian sus células alargadas en forma de huso con el núcleo en el centro. En el músculo se ve un mosaico en el que las células ocupan puestos distintos y no hay simetría en la colocación de ellas. Unos núcleos están más altos, otros más bajos; unas células tienen un cierto acomodo y las de más allá otro. En la preparación de un músculo estriado, en cambio, vemos como unas escalerillas con unas bandas claras y otras oscuras. Las bandas claras de una fibrilla corresponden a las de la otra, y lo mismo ocurre en la banda oscura; es decir, que hay simetría.

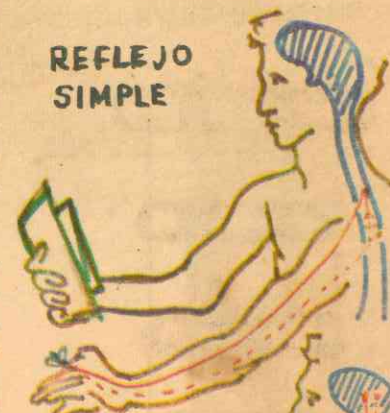
Una característica de la musculatura lisa es que se contrae espontáneamente aunque estén interrumpidas las conexiones nerviosas; en cambio el músculo estriado necesita la conexión nerviosa para contraerse, y si seccionamos esa conexión podríamos durante algún tiempo provocar la excitación pero el músculo terminaría degenerándose y no se contraería en manera alguna.

El tejido muscular está fundamentalmente formado por una proteína llamada *miosina* que es la misma para todo el reino animal y para los vegetales inferiores que tienen movimiento. Dondequiera que hay movimiento en los seres vivos hay miosina. Dicha proteína se forma en el tejido vivo y tiene las propiedades de la elasticidad y la contractilidad. La presencia de la miosina nos explica también la facilidad de provocarse el gradiente en los músculos de contracción involuntaria. Si analizamos un poco este hecho vemos que uno de los fenómenos más extraordinarios en el universo es la existencia de esta proteína contráctil.

Los músculos estriados o voluntarios están compuestos de una masa de tejido contráctil y en sus dos extremos hay un tejido fibroso por el cual se insertan en los huesos y, en algunos casos, a la piel. Al tomar apoyo en uno de sus extremos tendinosos para contraerse, el músculo hala de la otra inserción muscular y así se determina el movimiento. Este movimiento es siempre de tracción, de manera que para flexionar el antebrazo sobre el brazo, por ejemplo, el músculo bíceps hala y los músculos posteriores del brazo se sueltan simultáneamente para permitir el movimiento del bíceps braquial. Cuando el fenómeno es al contrario el bíceps se distiende al mismo tiempo que halan los músculos posteriores del antebrazo.

Cada músculo estriado está envuelto en una bolsa de tejido fibroso llamado *aponeurosis*. De cada músculo de estos parte una fibra sensitiva que transmite al sistema nervioso central un mensaje sobre el estado de contracción del músculo, y recibe otra fibra motora por medio de la cual el sistema nervioso le transmite al músculo la orden de contracción o distensión. Las terminaciones nerviosas en los miembros

REFLEJO SIMPLE



ACTO VOLUNTARIO



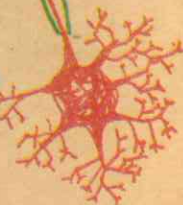
FIBRAS MUSCULARES



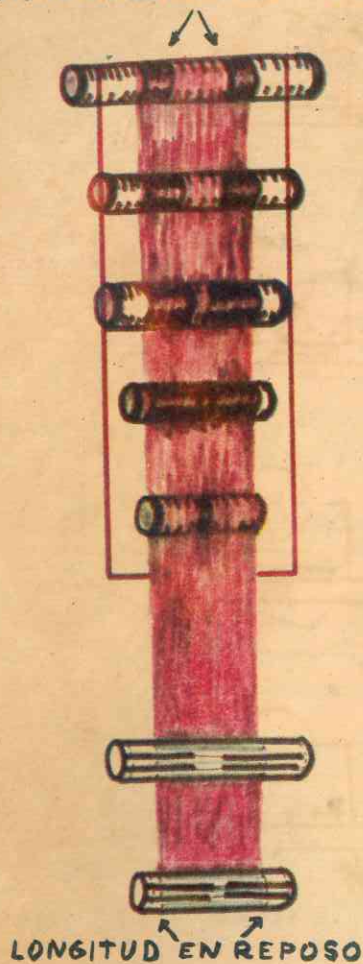
FIBRA NERVIOSA



CELULA NERVIOSA



DISCO DE LONGITUD MÁXIMA

CONTRACCION
DE LAS
FIBRAS MUSCULARES

no se hacen directamente sino a través de una placa motriz. Los indios americanos emplean en sus flechas un veneno, el curare, que paraliza la *placa motriz* y, por lo tanto, detiene todo el funcionamiento muscular; al frenarse la respiración, el individuo muere por asfixia.

La *irrigación* de los músculos se hace por medio de arterias que generalmente toman el nombre del músculo al cual se dirigen; esta irrigación es muy abundante para poder llevar sangre al músculo en movimiento, darle azúcar y sacarle por las venas y los linfáticos los elementos de desecho. El músculo es muy delicado y a pesar de la irrigación abundante, se infecta con facilidad si no se protegen las heridas.

FISIOLOGIA DEL SISTEMA MUSCULAR

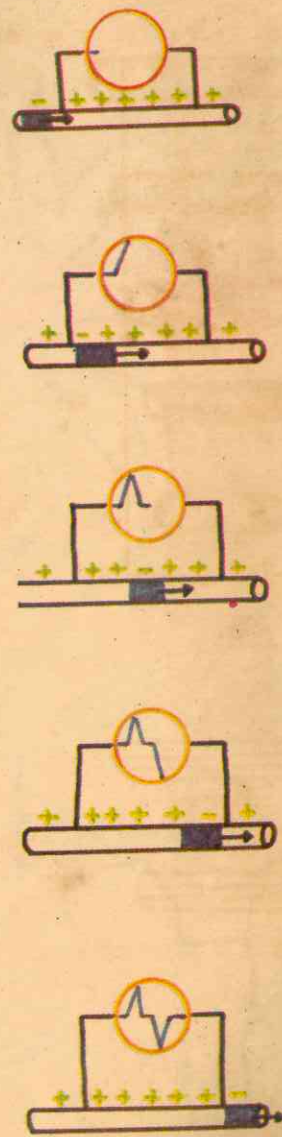
Para el estudio del funcionamiento de los músculos debemos considerar la musculatura lisa como una serie de células, a través de las cuales y por continuidad se transmite la excitación nerviosa, y de ahí que la contracción sea rítmica y sucesiva en cierto sentido. En cambio, la musculatura estriada está formada por fibrillas que van de extremo a extremo del músculo y cada una de ellas es una unidad muscular porque recibe su propio filete nervioso.

El fenómeno de la contracción en la musculatura estriada comprende varias fases: el llamado *período de latencia* que es el que va desde el momento que llega el estímulo hasta cuando el músculo comienza a contraerse, y es aproximadamente de una centésima de segundo; luego viene el *período de respuesta* o contracción que es aproximadamente de cuatro centésimas de segundo, y luego un *período de distensión* de cinco centésimas de segundo con retorno de las fibras a su dimensión original. La contracción de músculos como los del brazo la notamos de más larga duración; es porque algunas de las fibrillas de una misma masa muscular se contraen y otras no, y la intensidad de la contracción total depende del número de fibras participantes y de si las mismas se contraen al mismo tiempo o no. La *ley del todo o nada* del sistema muscular, indica que cada fibrilla se contrae totalmente o no se contrae, y que si el músculo lo hace unas veces más y otras menos se debe al ma-

yor o menor número de fibrillas que entran en contracción.

El tono muscular. — Las contracciones normales no ocurren lo mismo que en las condiciones experimentales; aquellas se realizan gracias a una corriente de estímulos que en rápida sucesión mantienen una contracción constante de los músculos a lo que se llama *tono muscular* y depende de la estimulación sucesiva y no simultánea de las fibras musculares que mantienen el músculo parcialmente contraído. Esta contracción o tono se tiene mientras el hombre está vivo y lo mismo puede decirse del animal; sabemos, efectivamente, que cuando muere el hombre se estira porque desaparece ese tono muscular que viene desde el sistema nervioso a través de las fibras motoras. Los músculos lisos mantienen el tono muscular aún sin la inervación propia debido a la *excitabilidad* o gradiente de que hemos hablado en capítulos anteriores, según la cual hay partes del órgano más excitables que otras, y con cualquier variación del ambiente se determina el movimiento que se propaga a través de todo el órgano.

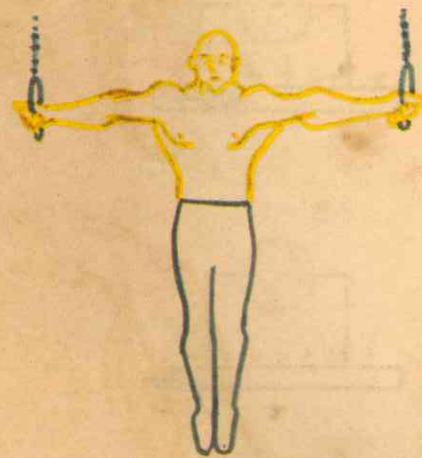
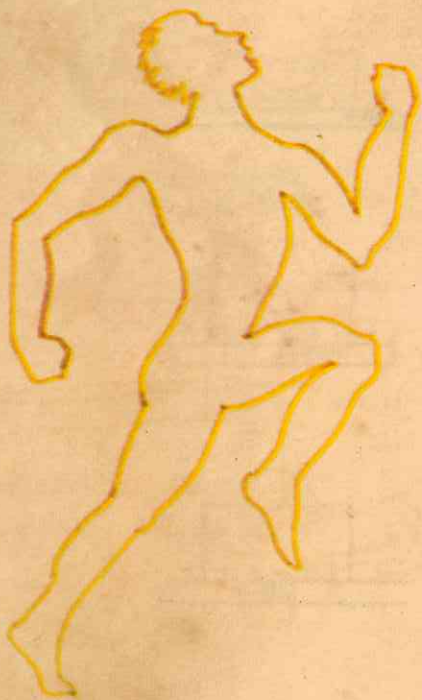
El sentido de la contracción muscular. — Las excitaciones que parten de los músculos y van por las fibras nerviosas al sistema nervioso central, del cual hablaremos en el próximo capítulo, son similares a las del sentido del tacto. A esta excitación se le llama sentido de contracción muscular o *cenestésico* y gracias a él tenemos conciencia de la contracción en el caso de la musculatura estriada; con los ojos cerrados podemos saber exactamente cuál es la posición de nuestro brazo o de nuestra pierna, si están flexionados o si están extendidos. En lo que se refiere a la musculatura lisa, no tenemos datos de ella sino solamente si funciona mal; es el origen de los cólicos intestinales, por ejemplo, en que el órgano enfermo transmite desde el sistema muscular excitaciones que nos hacen conscientes de la enfermedad. Vemos, pues, que no tenemos conciencia de contracción muscular en la musculatura lisa sino en caso de algún trastorno, y en cambio la de la estriada es permanente. El sistema muscular es una verdadera fuente de excitaciones sobre el sistema nervioso central y debemos tener esto muy en cuenta cuando estudiemos el próximo capítulo sobre psicología.

BIOELECTRICIDAD
DEL
MUSCULO

Finalidad del sistema muscular. — No debemos olvidar que fuera de la finalidad que tienen los músculos de determinar movimiento, tienen igualmente la de producir calor y a ello debemos el calor animal que estudiamos anteriormente. Sólo nos queda anotar en este sentido que los músculos de la vida voluntaria son más activos o son una mejor fuente de energía que los de la vida involuntaria, vale decir que producen más calor. De ahí que cuando estamos quietos aunque todos los órganos de la vida vegetativa, corazón, intestinos, pulmones etc. continúen funcionando, si el ambiente es frío sólo caminando o practicando algún ejercicio físico podemos elevar un poco nuestra temperatura.

La fatiga muscular. — Cuando el músculo ha trabajado mucho viene la fatiga que consiste experimentalmente en un aumento del tiempo de latencia, aumento del tiempo de contracción y aumento del tiempo de relajación o distensión, es decir, aumentan todos los tiempos del trabajo muscular. Todos tenemos conciencia del cansancio cuando hemos hecho un ejercicio muy fuerte o muy prolongado. Esta conciencia la obtenemos por medio del sentido de la contracción muscular que transmite al sistema nervioso central el aumento del tiempo de la contracción y de la distensión del músculo, lo que se traduce para el cerebro en fatiga y vienen, entonces, excitaciones de este órgano hacia el músculo, por medio de las fibras motoras, para disminuir el trabajo.

La *fatiga* tiene que ver con la falta de oxigenación del tejido por exceso de trabajo y ya hemos observado lo que sucede en el cadáver cuando falta la oxigenación: decíamos que viene la *rigidez cadavérica* por acumulación de ácido láctico, en vez de producción de anhídrido carbónico y agua en el metabolismo del azúcar durante la contracción muscular; esta rigidez la padece también el vivo cuando se presentan calambres en quien haya hecho esfuerzos excesivos, y que en los nadadores pueden ocasionar, inclusive, ahogamientos.



FATIGA MUSCULAR

EXPERIENCIA DE LABORATORIO

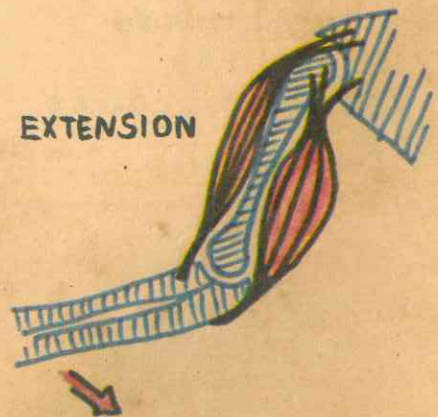
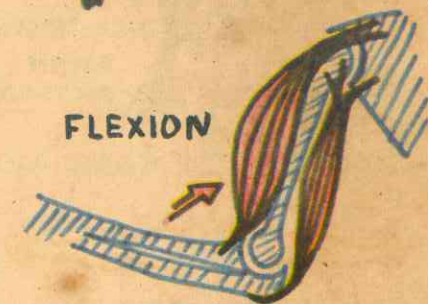
Observar al microscopio una lámina delgada de músculo estriado de buey para verificar la estiración. Simultáneamente observar en un pedazo de intestino la zona muscular lisa.

Practicar en una rana la descerebración que ya hemos explicado en otro lugar. Inmediatamente observamos que se estiran sus miembros superiores e inferiores porque los músculos quedan desconectados del sistema nervioso central. Al disecar la pata trasera del animal observamos en la región dorsal el gran músculo del salto llamado *gastrocnemio* que tiene origen en el extremo inferior del fémur y se inserta en la planta del pie mediante el tendón de Aquiles. Si disecamos con cuidado este tendón vemos llegar a él por su parte interior el nervio. Al excitar el nervio con una corriente eléctrica notamos que se contrae el músculo de la misma manera que si lo excitamos directamente. De aquí deducimos que el músculo es por sí mismo excitable pero que la excitación normal le viene del nervio, del sistema nervioso.

PRINCIPALES MUSCULOS ESTRIADOS HUMANOS

Hemos descrito en cada órgano el sistema muscular liso que cada uno tiene, generalmente de la misma disposición. En los párrafos que siguen describiremos los principales músculos estriados del organismo humano.

Según el oficio que desempeñan, los músculos son: flexores, extensores, abductores, aductores y rotadores. Los *flexores* sirven para plegar un miembro sobre otro como el bíceps que fleja el antebrazo sobre el brazo. Los *extensores* extienden los miembros plegados por los flexores y estos son antagonistas de aquellos: tal es el ejemplo del tríceps braquial que extiende el antebrazo. Los *abductores* separan los miembros del eje del cuerpo, como el deltoides, que al contraerse, separa el brazo del cuerpo y lo levanta. Los *aductores* llevan los miembros separados por los abductores hacia el eje del cuerpo, como el pectoral mayor que, al contraerse, lleva el brazo hacia el eje del cuerpo. Los *rotadores* son músculos que imprimen movimientos giratorios a los órganos, como los músculos del cuello que hacen girar la cabeza en un círculo aproximado de 180°.



Músculos de la cabeza. — El músculo *frontal* está situado en la frente y se extiende desde la capa profunda de la piel de la ceja y del borde superior del orbicular de los párpados hasta la aponeurosis epicraneana; su contracción levanta las cejas y arruga la frente.

El *occipital* está en la región posterior de la cabeza y se extiende a todo lo ancho del hueso occipital desde la línea superior del mismo hasta la aponeurosis epicraneana que viene del frontal del cual es antagonista; mueve el cuero cabelludo.

El *temporal* se inserta por arriba en forma de amplio arco en el hueso frontal, en el parietal, en el temporal y abajo en el maxilar inferior; es elevador de este hueso.

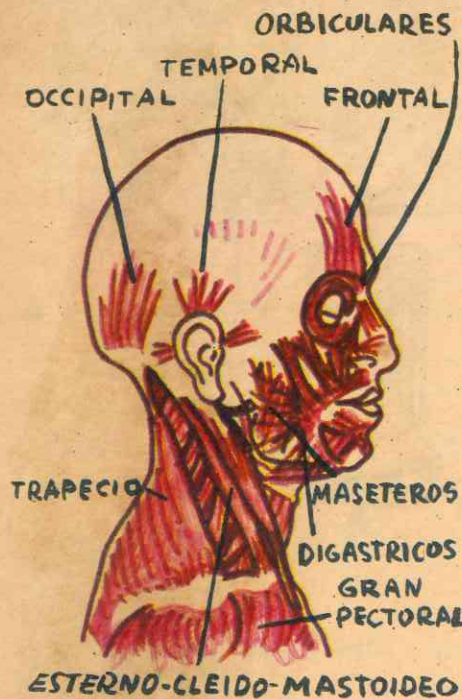
Los *maseteros* van de la arcada zigomática a la rama ascendente del maxilar inferior y sirven para elevar la mandíbula; son, pues, músculos de la masticación.

Los *digástricos* van del ángulo del maxilar inferior al hueso hioides y al temporal, y su oficio es bajar el maxilar inferior; son antagonistas de los maseteros.

Los *pterigoideos* comunican movimiento al maxilar de derecha a izquierda y viceversa, de atrás hacia adelante y de adelante hacia atrás. Los internos van desde el esfenoides hasta el ángulo interno del cuerpo del maxilar inferior, y los pterigoideos externos se extienden de la cara externa del apófisis pterigoides hasta la parte interna del cóndilo del maxilar inferior.

Entre los músculos cutáneos están los *orbiculares* de los párpados que cierran los párpados, los orbiculares de los labios que cierran los labios, y los elevadores superficiales de los labios y de la nariz que levantan el labio superior y el ala de la nariz.

Los *esternocleidomastoideos* externos se insertan en el temporal y por abajo en la clavícula y el esternón. Su contracción hace volver la cabeza de un lado a otro cuando toma un punto de apoyo sobre el esternón, y levanta el pecho echando la cabeza hacia atrás cuando su punto de apoyo es el temporal.



MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA CABEZA Y DEL CUELLO

Músculos del tórax. — Los pectorales mayores se insertan por un lado sobre la clavícula, el esternón y los cartílagos de las primeras seis costillas, y por el otro sobre el húmero; su contracción hala el brazo hacia adelante.

El *trapecio* está situado en la región dorsal y superior del tronco y se inserta por arriba sobre el occipital en las vértebras cervicales y dorsales, y por otro lado sobre el omoplato y la clavícula; hala la cabeza hacia atrás y junta los omoplatos.

El *gran dorsal*, situado en la región posterior del tronco, se inserta por un lado sobre el húmero y por el otro con las últimas vértebras dorsales, va a los lumbares, al ilíaco y al sacro; al contraerse hala el brazo hacia atrás.

Los *intercostales* unen una costilla con otra; se dividen en internos y externos y sirven para la inspiración.

Los *escalenos* se insertan arriba en las apófisis transversas de las vértebras cervicales y abajo sobre las primeras costillas, elevan estas e intervienen en la respiración.

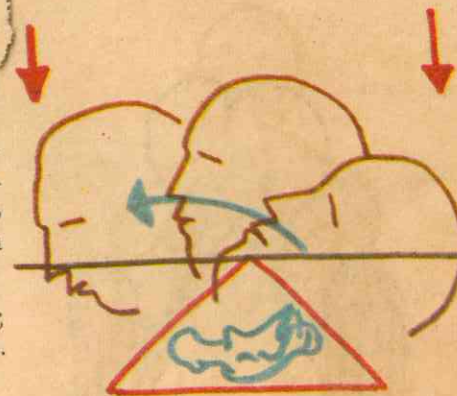
Los *serratos mayores* están colocados a lado y lado del tórax y se insertan de un lado en el omoplato y por el otro se abren en abanico para insertarse en la reja costal; cuando toman punto fijo en el omoplato son unos poderosos músculos inspiradores y cuando lo toman en la reja costal adhieren fuertemente en el omoplato a esa reja.

El *diafragma* es un músculo ancho en forma de cavidad con la concavidad hacia abajo; separa la cavidad torácica de la abdominal y se inserta sobre las vértebras lumbares por detrás, sobre el esternón delante y sobre las últimas costillas por los lados. Intervenido por el nervio frénico, es un músculo esencial en la respiración cuya función anotamos en el lugar.

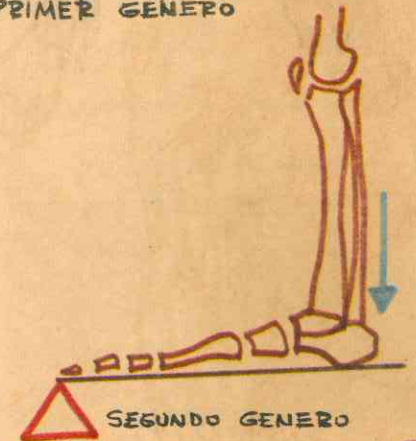
Músculos del abdomen. — Los *rectos mayores* del abdomen forman la pared anterior del abdomen. Se insertan arriba sobre el esternón y las últimas costillas fijas, y por la parte de abajo sobre el pubis.

Los *oblicuos mayores* forman las paredes laterales del abdomen y se insertan por arriba sobre las costillas y por abajo sobre el hueso ilíaco. Como los anteriores le dan movilidad al abdomen.

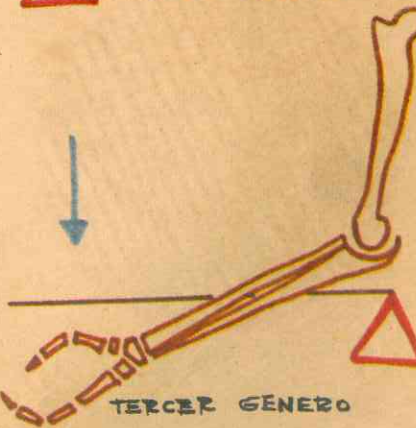
PALANCAS



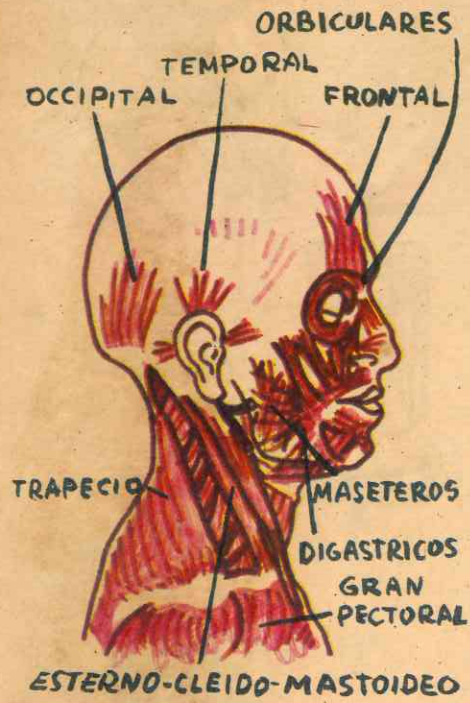
PRIMER GENERO



SEGUNDO GENERO



TERCER GENERO



MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA CABEZA Y DEL CUELLO

Músculos de los miembros superiores. — Los *deltoideos* forman la cornisa del hombro y se insertan sobre la clavícula, el omoplato y la parte superior y externa del húmero; su contracción levanta el brazo. Los *bíceps* braquiales están situados en la región fren anterior del brazo y se insertan sobre el omoplato arriba, y en la parte inferior sobre el radio; su acción hace plegar el antebrazo sobre el brazo. Los *tríceps* braquiales están situados en la región posterior del brazo y se insertan por su extremo superior en la cavidad glenoides y en la cara posterior del húmero, y por el extremo inferior en el cúbito; El antagonista del bíceps, es decir que sirve para extender el antebrazo. Los *redondos pronadores* se insertan arriba en el cúbito y el húmero, y abajo en el radio; hacen girar el radio hacia adentro dirigiendo la palma de la mano hacia atrás. Los *largos supinadores* se insertan por su extremo superior en la cara externa del húmero junto al codo y van hasta el extremo inferior del radio dirigiendo la palma de la mano hacia adelante y hacia arriba. Los *extensores y flexores* de los dedos se insertan en el antebrazo y terminan en los dedos por medio de tendones; su nombre indica la función que tienen.

Músculos de los miembros inferiores. — Los *glúteos* forman la parte más superficial de la nalga y se insertan en el hueso ilíaco y en el sacro por la parte exterior, y van hasta la parte superior y externa del fémur; son músculos de la estación del pie y la marcha. Los *cuadríceps crurales*, situados en la región anterior del muslo se dividen en cuatro fascículos: *recto anterior* que se inserta en el ilíaco por encima de la cavidad cotiloide y por debajo, como los que le sirven, en la rótula y la parte anterior de la tibia; son los *extensores* de la pierna. Los *vastos externos* y los *internos* se insertan en la parte superior del fémur, y los *crurales* un poco más abajo que los anteriores. Los *bíceps femorales* están situados en la parte anterior del muslo, se insertan sobre el izquión y sobre la parte superior del fémur, y los dos se unen abajo para insertarse en la extremidad superior del peroné; flexionan la pierna sobre el muslo y, por tanto, son antagonistas del anterior.

Los *costureros* o *sartorios* situados en la parte anterior del muslo, se insertan por arriba en el ilíaco y por abajo sobre la parte superior interna de la tibia. Su contracción lleva la pierna hacia adentro y monta la una sobre la otra.

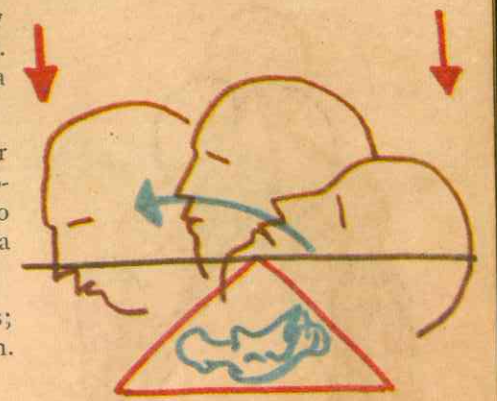
Los *gemelos* forman la pantorrilla y se insertan por arriba en la parte inferior del fémur y por abajo sobre el hueso calcáneo por medio del tendón llamado de Aquiles. Este músculo levanta el talón durante la marcha.

Finalmente, los *extensores* y *flexores* de los dedos; van del pie a los dedos y su nombre indica su función.

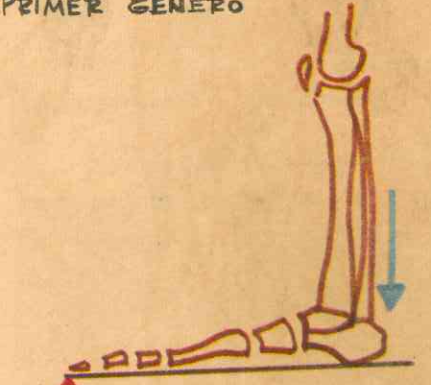
LAS PALANCAS DE NUESTRO CUERPO

La *palanca* es la máquina más sencilla que existe y es de tres géneros: la de primer género tiene el apoyo en el centro de la palanca y la resistencia y la potencia en los extremos de esta; en la de segundo género la resistencia está en el centro; y en la de tercer género en el centro está la potencia. Los movimientos voluntarios de nuestro cuerpo están determinados por la acción de nuestros huesos que forman sistemas de palancas. Los músculos son la potencia o capacidad de esfuerzo para mover la palanca y la resistencia es el trabajo a desempeñar o finalidad del movimiento. Tres géneros de palancas están representados en el sistema osteomuscular humano. Ejemplo de la *palanca de primer género* son los movimientos de la cabeza hacia adelante y hacia atrás; el punto de apoyo está en la primera vértebra, en donde descansa la cabeza, la resistencia es el peso de la cabeza y la potencia es la fuerza de los músculos de la nuca que mantienen la cabeza en su lugar. Ejemplo de la *palanca de segundo género* es el pie; cuando nos empinamos el punto de apoyo son las puntas de los dedos, la resistencia el peso del cuerpo y la potencia los músculos posteriores de la pierna que levantan el cuerpo. Tenemos el ejemplo de la *palanca de tercer género* en el antebrazo cuando levantamos un objeto con la mano y apoyamos el codo en una mesa: la potencia está representada por el músculo bíceps que levanta el antebrazo, el punto de apoyo por el codo y la resistencia por el objeto que levantamos.

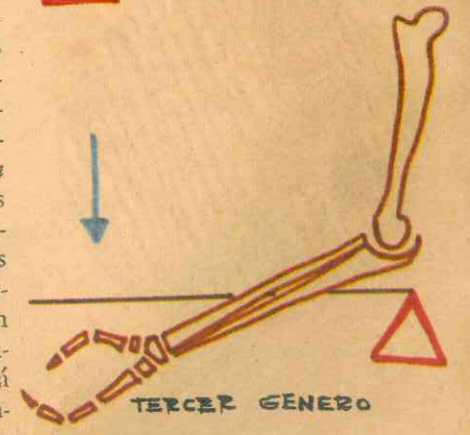
PALANCAS



PRIMER GENERO

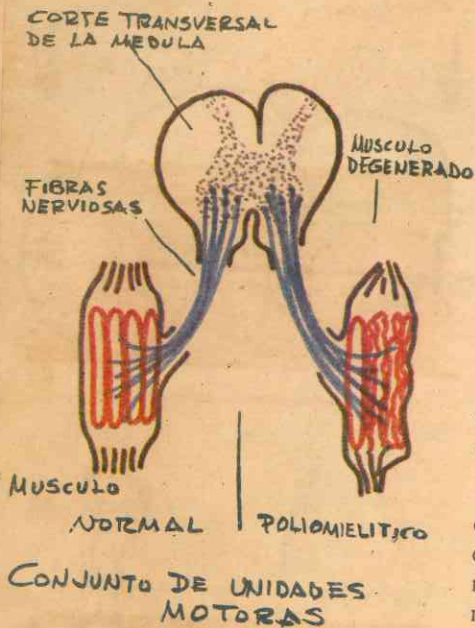


SEGUNDO GENERO



TERCER GENERO

AFECCIONES DEL SISTEMA MUSCULAR



VIRUS DE LA POLIOMIELITIS

Entre los fenómenos que afectan desfavorablemente el sistema muscular está en primer lugar el *cansancio* o fatiga del cual ya hemos hablado. Cuando este cansancio se prolonga indefinidamente y forzamos al organismo a continuar el trabajo a pesar de la fatiga, viene el *surmenage*, palabra francesa que expresa este fenómeno el cual se debe a un daño en el músculo que afecta la miosina o proteína contráctil; en este caso las respuestas musculares son cada vez más largas, requieren más tiempo, hasta que un rato después no responden. Hay una enfermedad llamada *miastenia* en que se produce este fenómeno y a la más leve excitación o trabajo viene el cansancio y el individuo no es capaz de ejecutar el menor trabajo.

La *parálisis infantil* o poliomiелitis es una enfermedad en la cual los músculos de ciertas partes del cuerpo se atrofian, con más frecuencia los de un miembro inferior o ambos. Produce invalidez más o menos grave según el número de músculos que quedan afectados; casi nunca se presenta en los adultos y de ahí su nombre. Propiamente no es una afección del músculo sino del centro motor de la medula espinal el cual al destruirse atrofia rápidamente el músculo que se vuelve inexcitable en pocos días. Cuando la parálisis afecta los músculos respiratorios es necesario colocar al paciente en lo que se llama un pulmón de acero que hace el oficio de los músculos paralizados para que el enfermo no muera asfixiado mientras un tratamiento pueda solucionar el compromiso muscular. La enfermedad es producida por un virus que se localiza en el sistema nervioso. La parálisis hoy en día ya se puede prevenir mediante la vacunación, y erradicará posiblemente la terrible afección en poco tiempo pues la vacuna es muy efectiva. Debe aplicarse a los niños y consiste en tres inyecciones con un mes de diferencia; debe repetirse cuando el niño vaya por primera vez a la escuela y alrededor de los doce años.

Hay unas afecciones de los músculos llamadas *miopatías congénitas* que son hereditarias, escasas y graves; cuando afectan una zona muy amplia del sistema muscular voluntario el niño queda muy expuesto a

cualquier enfermedad grave y un accidente puede acabar con su vida debido a que el sistema muscular es una reserva de energía que cuando falta compromete gravemente el organismo necesitado de reservas.

La *hernia* es una manifestación de debilidad de la pared muscular, muy frecuente en el abdomen, que consiste en que la pared debilitada deja pasar a través de ella un segmento de intestino el cual queda a veces aprisionado en el ojal herniario con lo cual viene la inflamación intestinal y a veces la peritonitis. El tratamiento quirúrgico consiste en cerrar la pared abierta y reforzarla.

RESUMEN

Los músculos, al contraerse y distenderse, originan los movimientos del organismo.

Los músculos lisos son los que producen movimientos involuntarios. Los músculos estriados producen los movimientos voluntarios.

Los músculos lisos se llaman también músculos de la vida vegetativa, y los músculos voluntarios son músculos de la vida de relación.

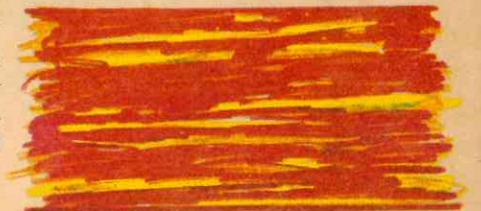
El excesivo trabajo muscular ocasiona la fatiga, debida a acumulación de ácido láctico en vez de anhídrido carbónico y agua, que deben formarse normalmente en el metabolismo del azúcar. Cuando la acumulación de ácido es grande, ocurren calambres.

Por la función, los músculos pueden clasificarse como flexores, extensores, abductores, aductores y rotadores.

Para cada movimiento hay un músculo que lo produce y otro que se opone. El músculo bíceps braquial es flexor del antebrazo y su oponente es el tríceps braquial que al contraerse extiende el brazo.

Los músculos y los huesos simplifican el trabajo de los movimientos de relación mediante sistemas de palancas. Estas son de primero, segundo y tercer género, de acuerdo con la posición de sus elementos.

TEJIDOS MUSCULARES AMPLIADOS 400 VECES



FIBRAS DEL TEJIDO SAÑO

GOTAS DE GRASA



FIBRAS DE UN MUSCULO DISTROFICO
TEJIDO CONJUNTIVO INVASOR
TEJIDO DE VERDE



LA INTEGRACION BIOLOGICA

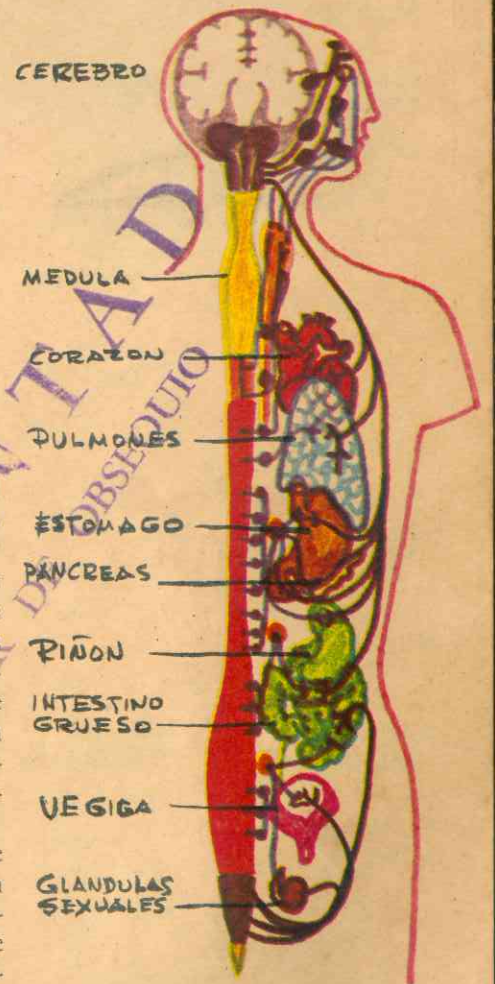
11. LA INTEGRACION BIOLÓGICA

DEFINICION

Este capítulo tratará de la anatomía y la fisiología del sistema nervioso central, y de la glándula hipófisis muy relacionada funcionalmente con él.

Debemos alejar de nuestra mente un prejuicio muy frecuente: se considera a veces que el cerebro y sus anexidades son el motor del organismo. Nada más equivocado. En primer lugar, en la evolución el sistema nervioso es el último aparato que aparece y se desarrolla; antes de existir el sistema nervioso ya había vida en la Tierra. En segundo lugar, un estudio cuidadoso en la Biología Humana nos indica que el sistema nervioso central produce *integración biológica*.

Por lo que hemos estudiado hasta aquí vemos que hay toda una serie de sistemas los cuales funcionaron inicialmente solos, funcionaron sin que nadie los impulsara y se fue formando un organismo en el que cada aparato desempeña el mismo oficio que desempeñaba desde el principio. Pero si cada uno continuara con esa independencia no sería posible hablar de la unidad del organismo humano sino de una serie de funciones sin orden; por tanto, sin sentido. Lo que viene a ordenar o integrar las diversas funciones es el sistema nervioso central.



SISTEMA NERVIOSO

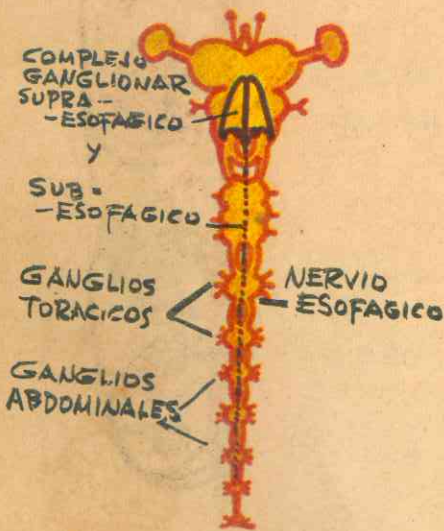
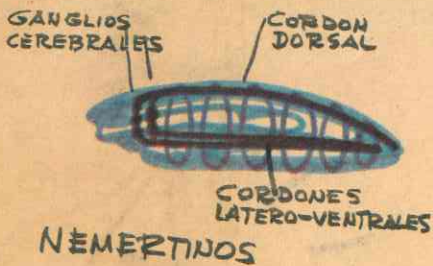
PALEONTOLOGIA

En la *vida vegetal* no existe sistema nervioso. La integración se hace por medios químicos desde la bacteria hasta la planta con flor, fruto y semilla. Por medio de la circulación de la savia, a través de la planta viajan sustancias celulares que van a integrarse en las distintas partes de ella para su crecimiento, desarrollo, coloración, y para su orientación hacia el Sol o hacia la Tierra, etc. Este sistema lo heredaron los animales y el hombre por medio del *sistema hormonal* del cual hemos hablado en parte y que completaremos en este capítulo cuando tratemos del cerebro químico del organismo y de la glándula hipófisis que contribuye a la integración biológica humana pero por medios puramente químicos.

Los *protozoarios* evitan obstáculos, huyen de temperaturas elevadas y de la luz. Observamos en ellos un centro de coordinación de las pulsaciones de las ciliias que determinan el movimiento del animal, y si se destruye esta región llamada *blastoporo* el animal pierde el dominio de sus movimientos. En las células epiteliales de las *hidras*, *medusas* y *anémonas* se encuentran fibras sensitivas que tienen en su base fibrillas contráctiles que son la iniciación del sistema muscular de los animales.

Los *platelmintos* tienen una cabeza con puntos sensibles a la luz y células musculares cuyos antecedentes están en la *miosina* o proteína contráctil que heredaron de los flagelados vegetales. La *planaria* posee un ganglio de tejido nervioso en la cabeza y dos hileras de cordones de células y fibras nerviosas que se extienden hasta la cavidad gastrovascular del animal: tiene ojos y órganos táctiles pero el animal privado de este ganglio, continúa su vida como si no careciera de él. Es como el primer ensayo que hizo la naturaleza en este sentido.

Por la línea de los invertebrados vemos una organización nerviosa con aparato neuromuscular bastante desarrollado que admiramos en el movimiento de las alas de los *insectos* y en la habilidad de las abejas para dirigir su conducta instintiva, fabricar sus panales y contribuir a la organización de la colmena.



ARTROPODOS

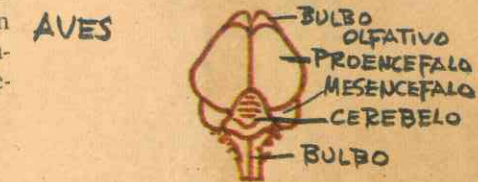
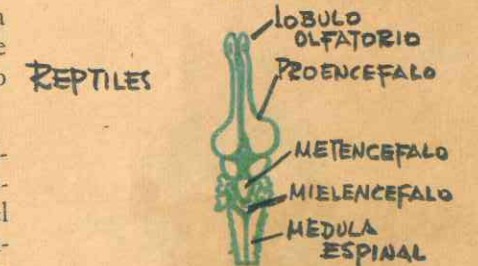
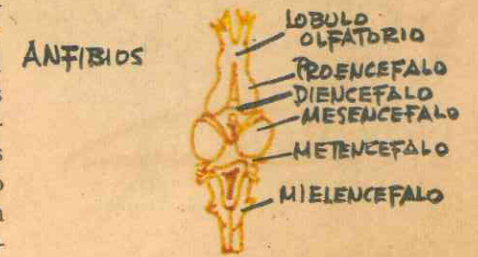
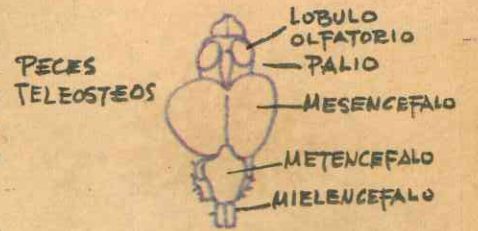
A medida que ascendemos en la observación de la evolución de los *vertebrados* vemos cómo rápidamente se fue formando el sistema nervioso central a partir de células y fibras nerviosas unidas al extremo cefálico de la medula espinal, con lo cual comenzó a formarse el tronco encefálico.

Durante el desarrollo embrionario del *sistema nervioso humano* se repiten muchas de estas etapas ancestrales y al estudiar las diferencias individuales vemos cómo en algunos individuos predomina el desarrollo de una de las partes del encéfalo, en otros otras partes y las diferencias de estructura determinan las diferencias individuales que clasifican a los hombres. Cuando el desarrollo del sistema nervioso central es insuficiente, el feto queda estacionado en una etapa inferior de su desarrollo cerebral y, si logra nacer, se extingue rápidamente pues un sistema nervioso equilibrado es absolutamente indispensable no tanto para las funciones de la inteligencia como para sobrevivir.

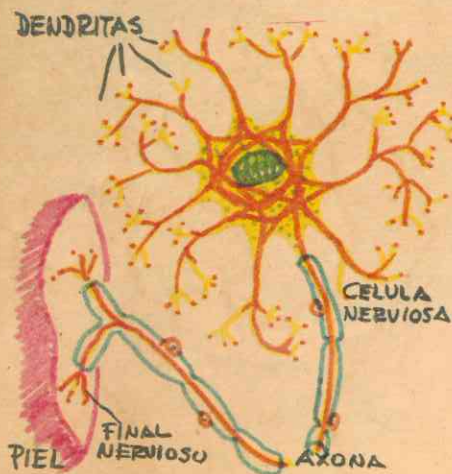
El sistema nervioso de todos los vertebrados es básicamente similar, y la diferencia consiste en el desarrollo de las regiones encefálicas y en el tamaño del cerebro en proporción a la medula; en peces, los anfibios y reptiles hay predominio medular; en las aves y en los mamíferos existe un cierto equilibrio, y en el hombre hay predominio cerebral sobre el medular. Podemos decir, en síntesis, que el animal es medular y el hombre es cerebral.

LA NEURONA

Todo el sistema nervioso es una agrupación de células con prolongaciones que hacen parte de la misma célula. La *célula nerviosa* se denomina también *neurona*; es la unidad neurológica de lo que se llama sistema nervioso central y periférico. Los nervios que hemos encontrado en las terminaciones de los músculos y en todo el sistema vegetativo son las prolongaciones de las células respectivas localizadas en el sistema nervioso central.



EL ENCEFALO DE LOS VERTEBRADOS



CORTE ESQUEMATICO DE LA AXONA

La célula nerviosa o neurona consiste fundamentalmente en un cuerpo celular que se describe en forma de estrella de varias puntas aunque hay algunas que tienen otras formas. Poseen prolongaciones en cada una de sus puntas, unas de las cuales se llaman dendritas, ramificadas como copas de árboles, que transmiten el impulso nervioso desde la periferia hacia el centro de la célula; otra de sus puntas, el axón, transmite la excitación desde el centro de la célula hacia la periferia.

La célula nerviosa tiene *núcleo* como cualquier otra célula pero no se reproduce. Morimos con las células con que nacemos: crecen y se desarrollan pero no se multiplican. Las células nerviosas son relativamente grandes y algunas son visibles a simple vista; su coloración es oscura lo cual da el nombre de *substancia gris* a las agrupaciones de estas células. Los *axones* alcanzan hasta un metro de longitud y en su mayor parte están recubiertos por una capa de grasa llamada *mielina* rodeada por una envoltura, la vaina o *membrana de Schwann*. Algunas fibras sólo tienen la vaina de Schwann, les falta la mielina.

La función de la capa mielínica está en relación con la rapidez de la transmisión nerviosa y es más rápida en las células mielinizadas. La mielinización es progresiva y sólo se completa cuando el hombre llega a la madurez aunque ya en la pubertad está casi terminada. Esto nos explica las dificultades de reacción de los niños y ciertos problemas en su educación: la tendencia a desobedecer y el impedimento para dar respuesta a estímulos ordinarios se deben a falta de mielinización; por eso la educación tiene que ser constante y solamente se termina en etapas muy tardías del desarrollo individual.

La función de la vaina de Schwann es proteger el axón. Si cortamos un axón, respetamos la vaina y no quedan muy separados los dos cabos, el axón se reintegra y la célula puede continuar transmitiendo sus impulsos.

Las neuronas están dispuestas una a continuación de otra formando largas vías nerviosas en las cuales el axón de una neurona está conectado con las dendritas de su vecina aunque no existe fusión entre ellas pues hay un espacio microscópico que las separa llamado *sinápsis*.

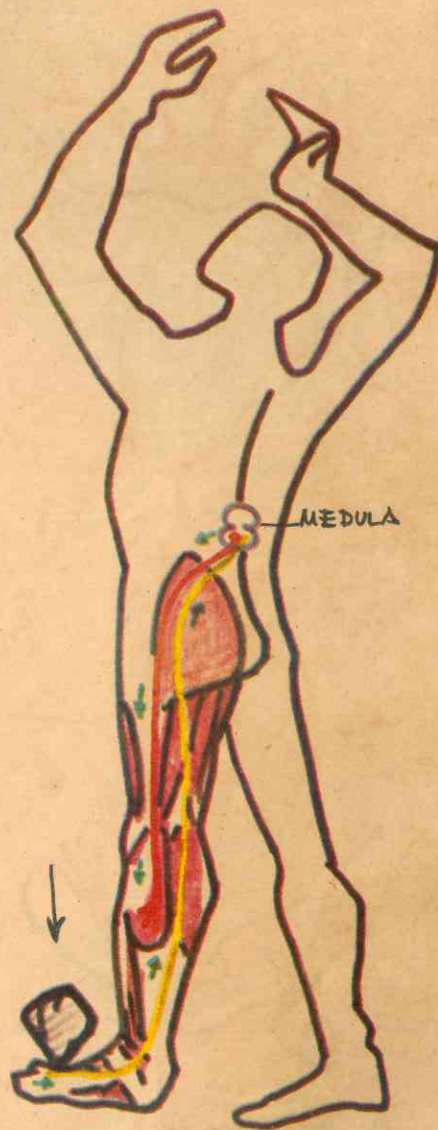
EL ARCO REFLEJO

Si acercamos una punta o provocamos un estímulo doloroso en el pie, este estímulo es captado por las terminaciones nerviosas sensitivas que están en la región excitada, y a través de esa fibra continúa el impulso nervioso hasta la célula respectiva, situadas en los *ganglios espinales* que son agrupaciones celulares localizadas a lado y lado de la columna vertebral.

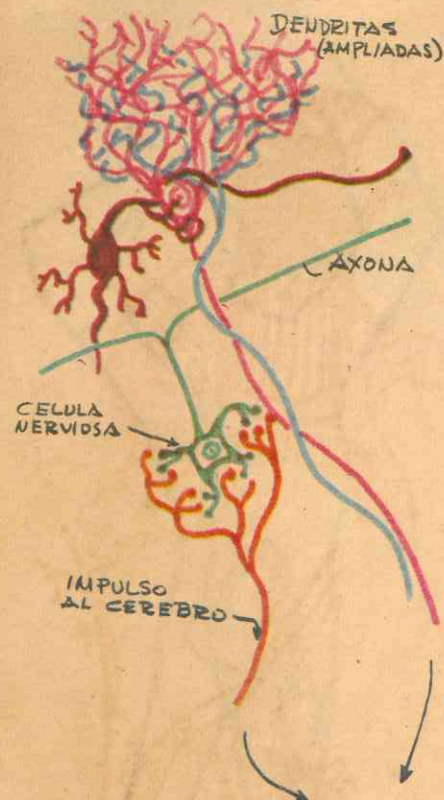
De esa misma célula parte un axón que penetra por la parte posterior o sensitiva a la medula espinal a través de los agujeros situados en el hueso sacro. Este axón se comunica con la dendrita de una célula sensitiva de la *medula espinal* la cual tiene su axón que va hasta el *cerebro*; de este modo nos damos cuenta del estímulo doloroso de nuestro pie. Esta célula sensitiva que hizo consciente en el cerebro el dolor del pie se comunica por su axón con la dendrita de una célula motora situada en el mismo cerebro la cual envía su axón hasta la dendrita de la célula motora de la *medula espinal*; esta célula, por medio de su axón que sale por la parte anterior de la medula, se comunica con los músculos de la pierna los cuales, al recibir el estímulo que les llega, se contraen y hacen retirar el pie lesionado por el estímulo doloroso.

Esta ida y regreso de estímulos es lo que se llama un *arco reflejo*; en este caso por haber llegado el estímulo hasta el cerebro el dolor se hizo consciente. Pero observamos que en una persona dormida el fenómeno se desarrolla sin que ella se despierte y es que, entonces, el arco reflejo no va hasta el cerebro sino que de la neurona sensitiva del ganglio espinal pasa directamente la excitación a la célula motora de la medula espinal la cual da la orden de retirar el pie. En este caso el proceso fue inconsciente.

Podemos también suponer que la excitación fue poco más fuerte en la persona dormida y no alcanzó a despertarla pero tuvo una vaga sensación de dolor. En este caso la excitación no fue hasta el cerebro sino que se quedó en la mitad del camino, es decir, en los núcleos de la base del cerebro, y el proceso, entonces, fue subconsciente o sea que no fue enteramente inconsciente pero tampoco consciente.



MECANISMO DEL ACTO REFLEJO



EL MENSAJE NERVIOSO

Las fibras motoras del *sistema nervioso autónomo* que proceden de las células que inervan el sistema muscular de los órganos vegetativos como el corazón, el intestino, etc., son más limitadas en su acción pues no tienen mielina. De la medula espinal salen sus axones motores independientes que van a un ganglio de ese sistema y contribuyen a modificar el movimiento de los órganos vegetativos, regulando su ritmo de acuerdo con las necesidades del organismo. A pesar de estar conectadas con el cerebro el proceso siempre es inconsciente aunque, evidentemente, la conciencia tiene relación con estos estímulos y de ahí la influencia, por ejemplo, de nuestras preocupaciones sobre el corazón o la digestión.

Estos centros nerviosos conectados con los órganos vegetativos que constituyen el sistema nervioso autónomo son de dos tipos: un grupo de fibras llamado *porción simpática*, y otra *porción parasimpática*. Los centros celulares simpáticos se hallan en la medula y los parasimpáticos están situados en el bulbo. Cada órgano de la vida vegetativa recibe fibras motoras procedentes del simpático que aceleran o retrasan la acción del órgano, y del parasimpático que transmite impulsos contrarios a los del simpático. Por ejemplo, el parasimpático o vago frena el corazón y el simpático lo acelera.

La sinápsis. — Es el fenómeno por el cual se hace la unión de las dendritas y los axones entre los cuales no hay continuidad; cuando la excitación llega al extremo de un axón éste secreta una hormona local que tiene la propiedad de transmitir el impulso nervioso a la dendrita siguiente. La mayor parte de los axones del sistema nervioso simpático o autónomo secretan *noradrenalina* y los del sistema nervioso central o voluntario secretan *acetilcolina*.

La sinápsis explica por qué la conducción nerviosa se hace en un solo sentido. Como solamente los axones producen adrenalina o acetilcolina y sólo las dendritas son susceptibles a la acción de estas hormonas excitadoras, si provocamos una excitación nerviosa eléctrica en la mitad del nervio se transmite en ambos sentidos pero se detiene al llegar a la punta de las dendritas; en cambio al llegar al cabo del axón se produce acetilcolina y se transmite el impulso a las

dendritas siguientes. El cansancio de tipo nervioso producido por el ejercicio no depende del agotamiento de la fibra nerviosa sino de la sinapsis que se cansa de producir noradrenalina y acetilcolina. La *velocidad* de transmisión de la fibra nerviosa es de unos cien metros por segundo.

ESTRUCTURA DE LA MEDULA

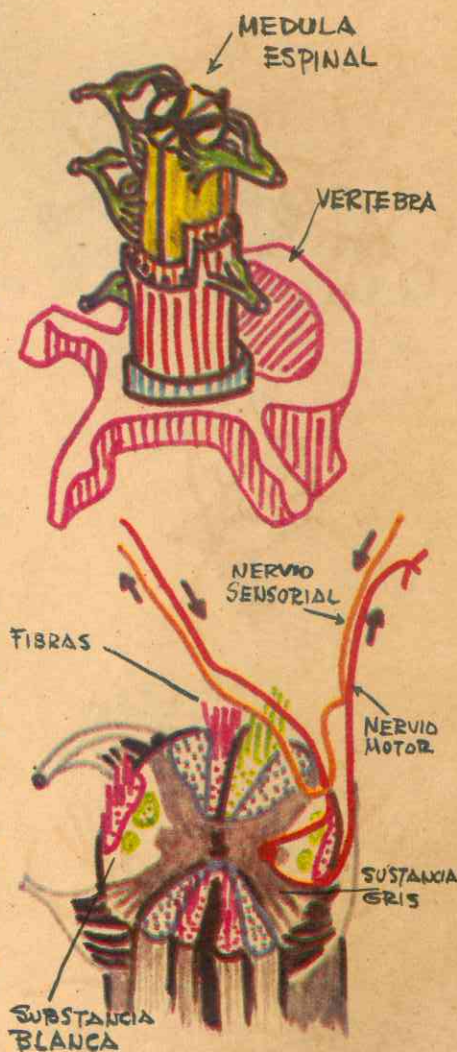
El sistema nervioso comprende en primer lugar las *fibras sensitivas* que hemos encontrado repartidas por todo el organismo como parte de los sentidos del tacto y el *sentido cenestésico* o de la contracción muscular. Las fibras nerviosas de los sentidos del tacto se reúnen a lo largo de la columna vertebral en unos *ganglios* llamados *espinales* en donde se encuentran los primeros cuerpos celulares nerviosos que se comunican con la medula espinal.

La *medula espinal* o raquídea es un cilindro delgado alojado en el canal vertebral que va desde la región lumbar hasta la base del cerebro. En un corte transversal vemos que tiene una zona central en forma de H o de mariposa constituida por *substancia gris*, es decir, por cuerpos celulares, y rodeada de *substancia blanca*, que son las fibras nerviosas, dendritas y axones correspondientes a estos cuerpos celulares, que son blancas.

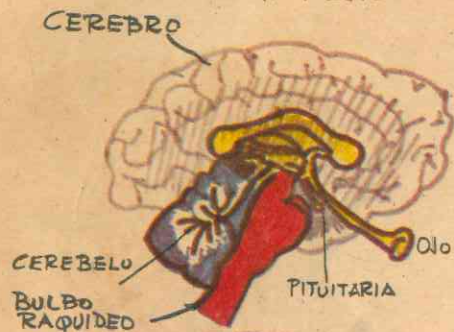
Las astas posteriores de la H raquídea dan entrada a las fibras sensitivas y cenestésicas que vienen de todo el cuerpo. Antes de entrar al encéfalo los cordones nerviosos que vienen de la medula se entrecruzan con los del otro lado, de manera que los del lado derecho del cuerpo van al izquierdo del cerebro y viceversa.

ESTRUCTURA DEL ENCEFALO

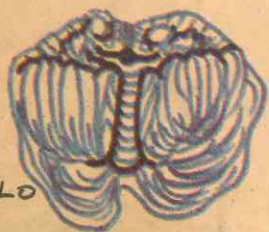
A continuación de la medula espinal y alojado en la caja craneana está el encéfalo que pesa 1.320 gramos aproximadamente en el varón y unos 100 gramos menos en la mujer. Se compone, de abajo hacia arriba del *bulbo* que continúa inmediatamente la medula espinal, la *protuberancia* y el *cerebro* en la parte superior; hacia atrás está el *cerebelo*. Si seccio-



CORTE ESQUEMATICO DE LA MEDULA



VISTA EXTERNA LATERAL



CEREBELO



BULBO RAQUIDEO

namos el cerebro observamos que tiene una zona gris periférica, la *corteza cerebral* en donde se alojan los cuerpos celulares nerviosos, y una *parte blanca* central que corresponde a las prolongaciones nerviosas de estos cuerpos celulares; en el fondo tiene unas zonas grises o *centros nerviosos de la base* del cerebro. El cerebelo tiene la misma disposición, con una parte cortical gris y una parte central o medular blanca. Por tanto, en la medula la parte gris o celular es central y la blanca o de fibras nerviosas es periférica, y a la inversa sucede en el cerebro y el cerebelo.

Cuando la sensación que viene desde la medula llega hasta el cerebro, se distribuye en los diversos centros nerviosos del encéfalo y a él llegan también las fibras nerviosas sensoriales del resto de los órganos de los sentidos, olfato y gusto que ya hemos estudiado, y el de la vista y el oído que describiremos en este capítulo. Luego, desde la corteza cerebral y el resto de núcleos nerviosos del encéfalo, regresan las órdenes motoras hacia los órganos de los sentidos por fibras que nacen directamente de la superficie exterior del encéfalo; las otras van hacia la medula, salen por las astas anteriores de la H formada por la substancia gris medular y emergen luego por los agujeros que hay entre vértebra y vértebra para formar las fibras motoras de los músculos de la vida voluntaria que mueven el tronco, los miembros superiores e inferiores, y también los de la vida involuntaria que van a los órganos vegetativos.

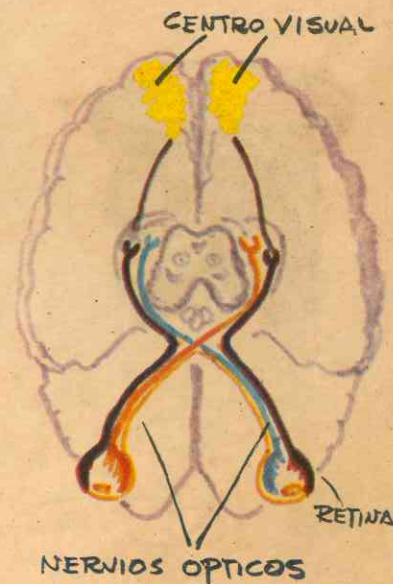
El bulbo raquídeo. — El bulbo raquídeo o medula oblonga continúa la medula espinal hacia arriba a partir del agujero occipital y tiene dos o tres centímetros de altura; es una prolongación o ensanchamiento de la medula espinal y al abrirse forma una cavidad, el *cuarto ventrículo*. De su superficie parten: el nervio *hipogloso* que inerva la lengua, el *espinal* que va hasta el diafragma, el *vago* o *neumogástrico* que forma parte del sistema nervioso autónomo y el *glososfaríngeo* que inerva la lengua y la faringe. El bulbo tiene un papel fundamental en la vida vegetativa, sobre todo en el mecanismo respiratorio por la presencia del vago y del espinal. Cuando un traumatismo afecta este órgano se produce la muerte instantánea por parálisis respiratoria.

Protuberancia anular. — Hacia arriba del bulbo sigue la protuberancia anular o puente de Varolio de la cual parten: los *motores oculares externos* que inervan la musculatura externa del ojo; el *nervio facial* que inerva músculos de la cara e influye en el gesto; el *nervio auditivo* que transmite las sensaciones auditivas, las del equilibrio y el *trigémico* que inerva los músculos de la cara.

El mesencéfalo. — El mesencéfalo es un corto segmento situado entre la protuberancia y el diencefalo o cerebro anterior y está recorrido por el *acuoducto de Silvio*, un conducto estrecho que conecta el *cuarto ventrículo* con el *tercero*. Del mesencéfalo emergen los *nervios motores oculares comunes* que influyen en los movimientos del ojo, y tiene fibras simpáticas que van a los *músculos ciliares* de la acomodación por los cuales se ajustan la convexidad del cristalino del ojo y el iris.

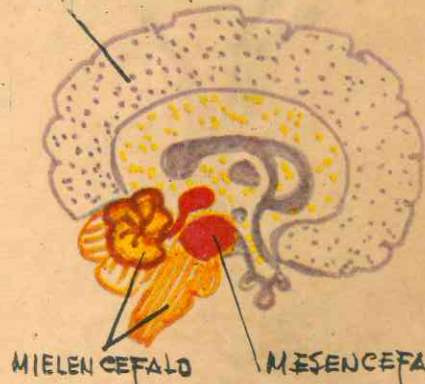
El diencefalo. — Es una masa ovoidea de substancia gris situada en la profundidad del encéfalo y por delante del mesencéfalo. En su región central está el *hipotálamo* que es un grupo de cuerpos celulares, portanto de substancia gris, llamados *núcleos grises de la base* del cerebro. De estos núcleos grises parten axones hacia el *sistema nervioso autónomo*, e influyen en la frecuencia respiratoria, en el latido cardíaco, en la presión arterial y el funcionamiento de la glándula hipófisis que gobierna todo el sistema glandular. El *hipotálamo* influye también en el apetito y está, sobre todo, íntimamente relacionado con la emoción; todo lo emocional es hipotálmico y pertenece al automatismo nervioso por no estar localizado en la corteza cerebral.

La parte más elevada del diencefalo la compone el *tálamo* en donde se verifican los procesos de correlación e integración; tiene relaciones con toda la corteza cerebral y, por tanto, con todos los procesos mentales de la conciencia, la atención y el aprendizaje.



NERVIOS OPTICOS

PROSENCEFALO

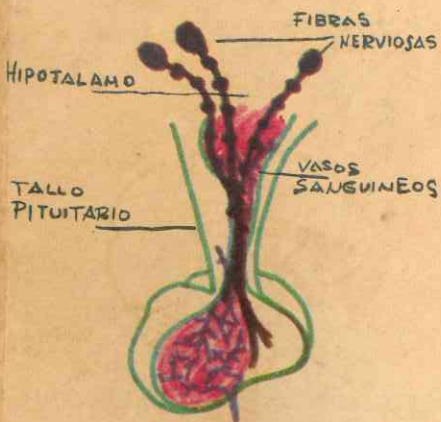
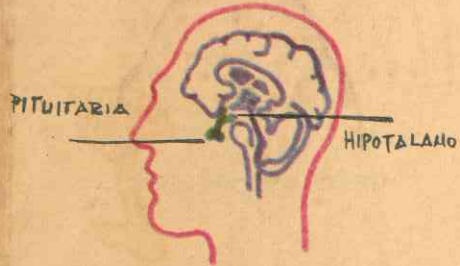


MIELENCEFALO

MESENCEFALO

CORTE SAGITAL ESQUEMATICO DEL ENCEFALO

EL SUEÑO



GLANDULA PITUITARIA

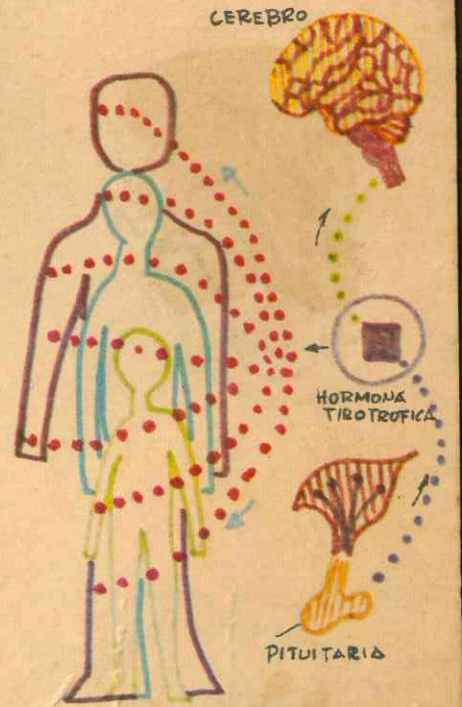
El sueño. — Es un fenómeno que ocupa por lo menos una tercera parte de nuestra vida. En el niño recién nacido es permanente pues duerme casi las veinticuatro horas del día, en el joven estudiante debe ser por lo menos de ocho horas diarias y en las personas de edad rebaja una o dos horas este horario. Su origen hay que buscarlo en los reptiles a partir de los cuales se encuentra el fenómeno del sueño pues sólo duermen, realmente, reptiles, aves y mamíferos. En el Secundario las bajas de la temperatura ambiente coincidían con las noches frías de la época lo que obligaba al reptil a la inactividad. Estos animales por no tener centro de regulación de la temperatura toman la del ambiente, y el frío provoca en ellos un estado de letargo o disminución del metabolismo o disminución de la actividad biológica. Diariamente se hacía el ritmo día-calor-actividad y noche-frío-inactividad que fue determinando en estos animales un carácter del cual no participaron los anfibios por ser semiacuáticos. Este ritmo fue constituyendo una característica del grupo que heredaron luego aves y mamíferos. Hay que observar que los centros del sueño y de la vigilia que se señalan en el hipotálamo no corresponden a un verdadero centro del sueño sino a un centro de disminución de la actividad metabólica que provoca somnolencia en el animal y en el hombre.

La hipófisis. — En una reducida cavidad ósea en la base del cráneo, inmediatamente por debajo del hipotálamo al cual está adherida por un pequeño tallo se encuentra una glándula del tamaño de una arveja llamada hipófisis o pituitaria. Es el cerebro del sistema hormonal pues por medio de esta glándula se controlan todas las glándulas de secreción interna del organismo. Tiene dos lóbulos: el posterior produce una hormona llamada *oxitocina* que aumenta las fuerzas de contracción del músculo uterino y determina la iniciación del parto; también produce la *vasopresina* que provoca la contracción de las arterias y el aumento de la presión arterial y es llamada *hormona antidiurética* pues en su ausencia el sujeto expele grandes cantidades de orina. La lesión de este lóbulo determina la *diabetes insípida* de la cual hablamos al tratar de los riñones. Así mismo el lóbulo

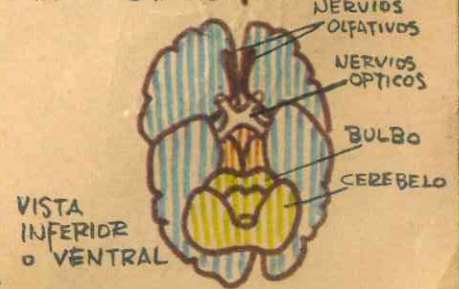
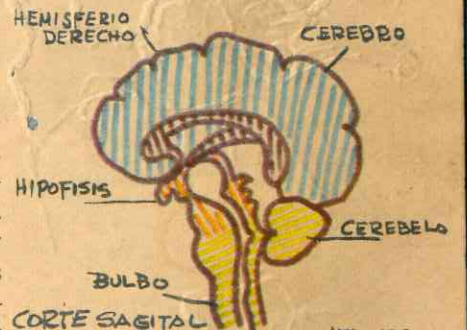
anterior secreta varias hormonas: la del crecimiento que cuando es muy abundante lo estimula hasta producir tallas gigantescas aunque bien proporcionadas; si la secreción es excesiva cuando el individuo ya ha alcanzado la madurez provoca lo que se llama *acromegalia* por el crecimiento vertical de la cabeza al alargarse el maxilar inferior, también alargamiento de las manos y de los pies, y engrosamiento de la nariz y de los bordes supraciliares. También la hipófisis influye sobre todos los metabolismos y sobre todo el proceso de formación de espermatozoides y de óvulos, el ciclo menstrual, la producción de leche; la acción de las hormonas de la glándula suprarrenal, del tiroides y del paratiroides está manejada desde la hipófisis. Es asombroso el trabajo de esta glándula si tenemos en cuenta su pequeño volumen.

El cerebelo. — Situado en la fosa craneal posterior formada por el hueso occipital, está unido a la protuberancia y al bulbo. Su superficie ofrece irregularidades formadas por numerosos pliegues paralelos que limitan lóbulos y lobulillos cerebelosos, a lo cual se llama *corteza cerebelosa*.

El cerebelo es el cerebro de los animales y su importancia es grande en el hombre en el orden práctico. El cerebelo coordina la acción de los grupos musculares y ordena la sucesión en su contracción de manera que los movimientos se realicen suave y precisamente; cuando el movimiento voluntario se verifica sin la ayuda del cerebelo, es tosco y desordenado. En las lesiones cerebelosas hay una enfermedad llamada *ataxia* que consiste en falta de destreza motriz. El cerebelo es incapaz de percepción consciente y coordina los movimientos de manera automática. Las personas que tienen gran destreza manual o habilidades de tipo mecánico, como los maromeros de los circos, son personas que tienen buena función cerebelosa. Las habilidades de los animales que a veces superan la destreza humana se debe a procesos instintivos vinculados con la actividad del cerebelo, las cuales pierden cuando hay una lesión de este órgano. Los daños cerebelosos pueden ser corregidos en parte por el cerebro, así que las lesiones se corrigen poco a poco de manera voluntaria, adquiriéndose nuevamente destreza, por lo menos dentro de ciertos límites.



ACCION SOBRE EL CRECIMIENTO



SENTIDO DEL OIDO

El *órgano del oído* está incluido en el peñasco del hueso temporal en donde hay dos órganos de los sentidos: el oído propiamente dicho y el del equilibrio.

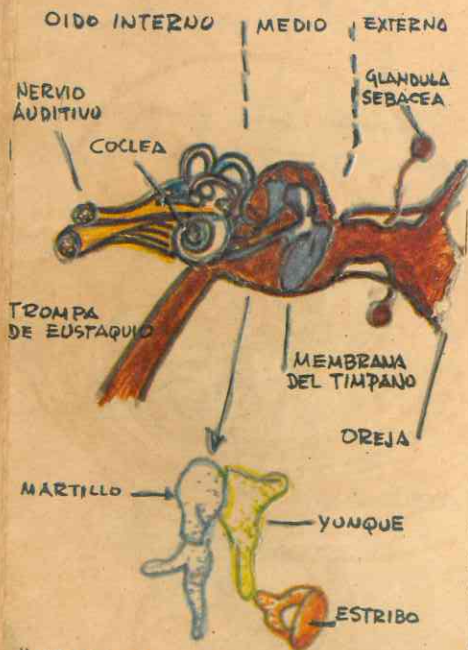
El oído puede dividirse en externo, medio e interno. El externo consta de dos partes: una porción sobresaliente formada por un armazón cartilaginoso revestido de piel, llamado *pabellón de la oreja*, y el *conducto auditivo externo* que va hasta el oído medio. El oído externo produce continuamente una *cera* que protege esa cavidad contra las impurezas del aire y la entrada de insectos. Si un insecto penetra en el oído el remedio consiste en llenar el oído de agua; el animal muere ahogado y su cuerpo sale espontáneamente. Las orejas son de poca utilidad para el hombre pero de mucha en animales como el perro para captar la dirección del sonido. Entre el oído externo y el medio hay una fina membrana llamada tímpano la cual vibra con los sonidos.

El *oído medio* es una pequeña cavidad que contiene tres huesecillos articulados en cadena: el *martillo* que está contra el tímpano, el *yunque* localizado en el medio, y el *estribo* vecino al oído interno. Estos huesecillos transmiten las ondas sonoras por un agujero que comunica con el oído interno.

El oído medio se halla comunicado con la faringe por un tubo angosto llamado la *trompa de Eustaquio* cuya función es equilibrar las presiones de cada lado de la membrana del tímpano. Si el oído medio estuviera completamente cerrado cualquier variación de la presión atmosférica provocaría en la membrana desviaciones que podrían ser dolorosas y, aún, romperla. El extremo faríngeo de la trompa está dispuesto en válvula que evita que el sujeto sea molestado por su propia voz; esta válvula se abre con la deglución o el bostezo; al ascender o descender bruscamente en un avión se siente molestia en el oído la cual se soluciona tragando saliva o haciendo como si se bostezara. Como esta trompa se obstruye con los catarros faríngeos, cuando se padezca de esta afección que no tiene gravedad ni importancia alguna, no se debe viajar en avión pues se expone el paciente a que se rompa el tímpano. La trompa de Eustaquio es a



EL OIDO



HUESILLOS AUDITIVOS DEL OIDO MEDIO DERECHO

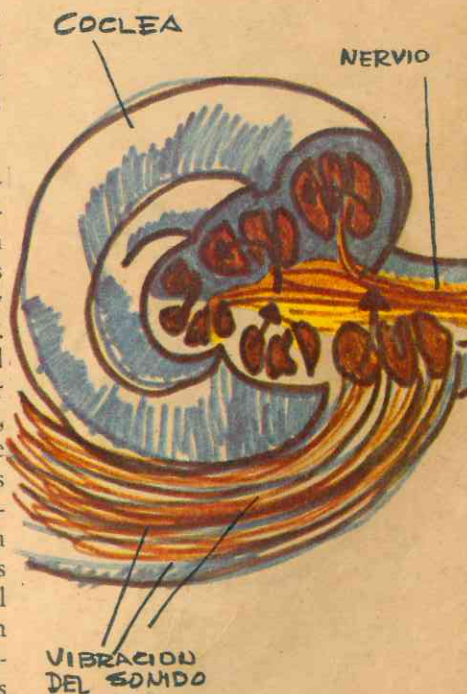
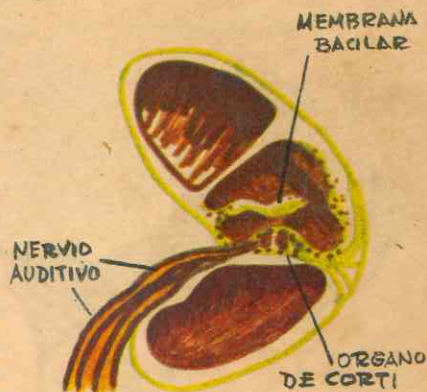
SECCION DE LA COCLEA

veces, un camino para microorganismos que infectan el oído medio y que, al inflamar los huesecillos dañan la transmisión ósea y se pierde audición aérea.

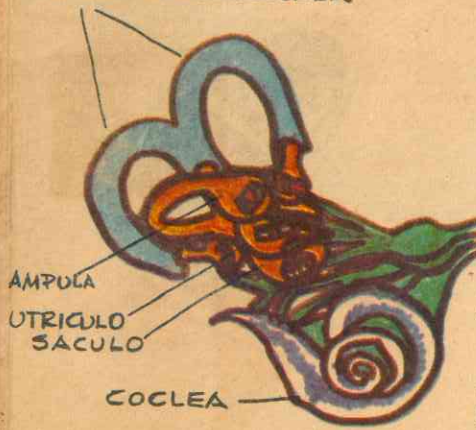
El *oído interno* consta de unos conductos que se conocen con el nombre de *laberinto*, y se inicia en la ventana oval cubierta por una membrana hasta donde llega el estribo. La membrana cierra un *conducto* llamado *vestibular* que está en relación con todo el laberinto y contiene un líquido llamado *perilinf*a. Hacia el órgano del oído o *caracol* se dirige un conducto que sigue sus vueltas y se comunica, en un ápice con otro conducto dirigido hacia la base del agujero oval, el cual se llama *ventana redonda*, provisto de una membrana que equilibra las presiones del oído interno en las vibraciones percibidas para la audición.

El verdadero dispositivo de la audición es el *órgano de Corti* que consiste en cinco hileras de células con cilios o pestañas en toda la extensión del trayecto espiral y constan de unos 24.000 a 32.000 cilios. El *órgano de Corti* descansa sobre una *membrana* llamada *bacilar* y sus células envían impulsos a las fibras del *nervio auditivo*.

Para percibir normalmente un *sonido*, éste debe pasar por el conducto auditivo externo y poner en vibración la membrana del tímpano: es la transmisión aérea. Luégo se transmiten las vibraciones a través de los huesecillos del oído medio a la ventana oval y por su intermedio al líquido del conducto vestibular. Como los líquidos son incompresibles la ventana oval no podría causar movimiento del líquido vestibular si no hubiera una válvula de escape para la presión, que está previsto por la presencia de la membrana de la ventana redonda. La presión ejercida sobre las membranas de los tres conductos causa el abultamiento de la ventana redonda, y los movimientos de la membrana bacilar producidos por estas pulsaciones hacen rozar lo *cilios del órgano de Corti* contra el techo del conducto, con lo cual se estimulan y llevan la corriente nerviosa a las dendritas del nervio auditivo presentes en la base de cada célula ciliada. Las fibras de la membrana del órgano de Corti son de longitudes distintas a lo largo del trayecto espiral, más largas en el ápice y más cortas en la base, como las arpas de un piano. Las ondas de un determinado



CANALES SEMICIRCULARES



tono, intensidad o timbre provocan vibraciones en la membrana basilar y son excitadas las células de las ciliias lo que se traduce en diversos sonidos de los cuales el hombre puede captar entre 24.000 y 32.000.

Debemos anotar que este órgano es muy pequeño y muy delicado y los ruidos permanentes pueden alterarlo, lo mismo que los sonidos muy fuertes. Llamamos la atención sobre la costumbre de los jóvenes de estudiar y hacer sus trabajos al lado de receptores de radio que ocasionan un ruido permanente que puede resultar perjudicial para sus oídos y hace temer la decadencia de este sentido en el curso de poco tiempo.

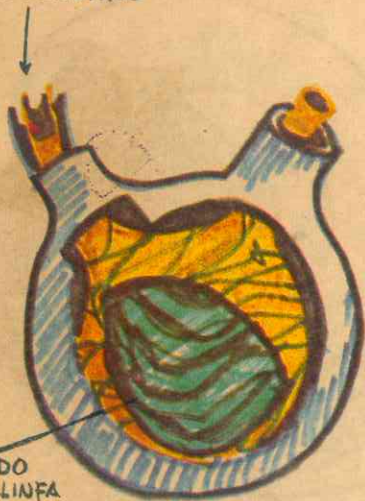
Si el órgano de Corti está intacto, aunque el oído medio haya sido destruído, un diapasón puesto entre los dientes se puede percibir como si la audición fuera normal. Esto lo utilizó Beethoven para componer parte importante de su obra musical a pesar de estar ya sordo, porque la lesión que padecía era del oído medio, pero el oído interno había quedado intacto.

El oído humano puede registrar frecuencias entre 16 y 32.000 ciclos por segundo. La fatiga debida a la audición es escasa; incluso, rodeado de ruidos persistentes, el oído conserva su agudeza.

Junto a la cóclea hay dos pequeñas bolsas, el *sáculo* y el *utrículo*, y tres *conductos semicirculares* abiertos hacia arriba como pétalos de flor. Estos pequeños órganos llenos de un líquido, la *endolinfa*, flotan en un lago de *perilinf*a y su destrucción provoca pérdida considerable del sentido del equilibrio. Una paloma a la cual se le anulen estos conductos no podrá volar mientras aprende de nuevo a mantener la estabilidad mediante estímulos visuales.

El utrículo o el sáculo son pequeñas fosas huecas revestidas de células ciliadas sensitivas que tiene unas piedrecitas llamadas *otolitos*, formadas por carbonato de calcio. En condiciones normales la gravedad hace que los otolitos estén en contacto con determinadas prolongaciones ciliadas por cual produce un estímulo que llega al encéfalo por fibras sensitivas que salen de su base. Si la posición de la cabeza es inclinada los otolitos ejercen presión sobre los cilios de otras células y los estimulan. Nos dan, pues la sensación del *equilibrio estático*.

FINAL SENSITIVO



ORGANOS DE EQUILIBRIO

En el laberinto de cada oído hay tres *conductos semicirculares* orientados en los tres planos del espacio en un ángulo recto recíproco, cada uno con ambos extremos conectados al utrículo. En el utrículo hay una dilatación que contiene un mechón de células ciliadas semejantes a las del sáculo pero sin otolitos. Estas células se estimulan por movimientos de la endolinfa; al inclinar la cabeza se produce una oleada en el líquido con los cilios moviéndose en el mismo sentido, lo que causa un tipo especial de estímulo que se interpreta como rotación. Como los tres conductos están orientados en los tres planos especiales, todo movimiento de la cabeza causará un estímulo en alguno de ellos.

El *mareo* consiste en una estimulación debida a transportes rápidos como el automóvil, el avión o el barco, (mareo viene de mar), que al excitar permanentemente los conductos semicirculares sensibles determinan una sensación de *vértigo*, ya sea que todas las cosas nos den vueltas alrededor o que seamos nosotros quienes damos las vueltas. Hay una enfermedad llamada *síndrome de Ménière* que es un vértigo permanente por afecciones del oído interno; simultáneamente puede haber un ruido permanente porque se compromete también la cóclea, lo que convierte la vida en imposible y obliga a destruir quirúrgicamente el nervio vestibular para suspender la sensación. Si esto sucede el equilibrio continúa manteniéndose con la vista; cuando es de un solo lado el trastorno no es tan grave, pero si hay que seccionar también el nervio coclear viene la sordera del lado operado. Si es de ambos lados la sordera es total e irreparable.

El *nervio auditivo* es el primitivo nervio sensitivo de los conductos semicirculares del pez; es un órgano eficaz para mantener el equilibrio de este animal y para su orientación espacial. En los mamíferos, incluyendo al hombre, el desarrollo evolutivo ha añadido la cóclea o caracol al primitivo laberinto de los vertebrados; entonces, hay una rama vestibular para el equilibrio y otra coclear para la audición. El nervio auditivo entra por el bulbo y va a la circunvolución temporal.



LOS TRES PLANOS PERPENDICULARES DE ORIENTACION Y EQUILIBRIO CANALES SEMICIRCULARES

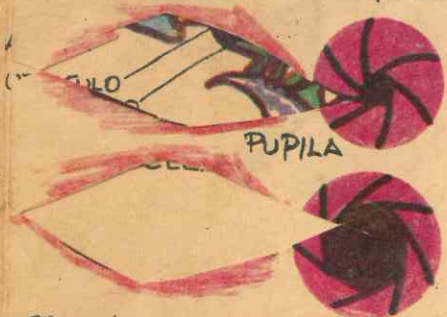
VOLU EJEMPLAR DE

SENTIDO DE LA VISTA

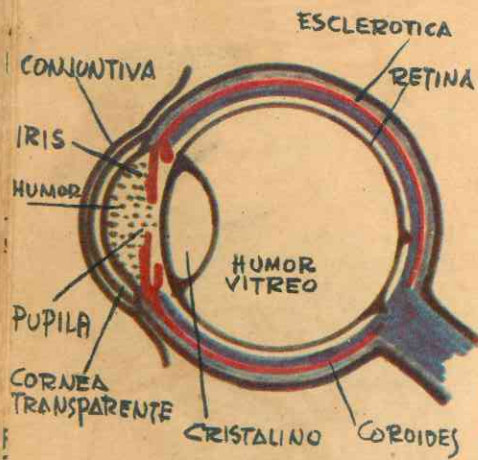
AJUSTE DE LA VISION



PEQUEÑA ABERTURA DEL DIAFRAGMA



GRAN ABERTURA DEL DIAFRAGMA



CORTE ESQUEMATICO DEL OJO

Casi toda la materia viva tiene células sensibles a la luz, e incluso los protozoarios responden a cambios en la intensidad luminosa, y muchas plantas orientan sus hojas y flores hacia el Sol aunque no tengan órganos sensibles a la luz. En los animales superiores esta sensibilidad es propia de células especiales que se agrupan en órganos complejos de los cuales el ojo humano es un excelente ejemplo.

El ojo es una esfera provista de una lente con posibilidad de ser enfocada para diferentes distancias. Un diafragma que se llama el *iris* regula el tamaño de la abertura y el paso de la luz por medio de una ventana llamada la *pupila*. Una capa sensible del hemisferio, la *retina*, nos recuerda la cámara fotográfica. En todo el interior del ojo hay una capa de células con un pigmento negro para absorber el exceso de luz lo mismo que las máquinas de fotografía que son negras en su interior: esta es la capa *coroides*, surcada por vasos sanguíneos que llevan alimento a la retina.

La capa externa del ojo es la *esclerótica*, una cubierta fibrosa, dura y opaca cuya parte anterior transparente llamada *córnea* permite que penetre la luz.

Detrás del iris se encuentra una lente globulosa, el *crystalino*, la cual concentra los rayos que entran en el ojo y los enfoca en la retina. Entre la *córnea* y el *crystalino* hay una substancia llamada *humor acuoso*, y entre el *crystalino* y la retina otra, llamada *humor vítreo*; ambas tienen por función conservar la forma del ojo y sirven también de medio transparente.

El ojo se acomoda o enfoca la luz para la visión próxima y lejana por el cambio de curvatura del *crystalino*. El *crystalino* es una lente biconvexa muy elástica y está rodeado por un ligamento, la *zona ciliar* la cual, al tensionarse, aplana el *crystalino* para la visión lejana. La relajación por acción del músculo ciliar permite volver el *crystalino* a su estado más convexo para enfocar los objetos más cercanos.

Con los años el *crystalino* es cada vez menos elástico y, por tanto, menos capaz de acomodarse a la visión cercana lo que obliga a utilizar anteojos que corrijan el defecto; en cambio en los jóvenes la elas-

ticidad del *crystalino* a veces es excesiva y entonces tienen que acercarse mucho los objetos que miran o los libros que leen para poder acomodarse a una visión normal. Este hecho, que aparentemente es una modificación de un proceso fisiológico de acuerdo con la edad y que atribuimos a veces a enfermedad, se debe simplemente a que el hombre está inscrito dentro de un sistema de evolución llamado *ortogénesis*; a medida que evoluciona en edad va cambiando la visión cercana que lo limita a un estrecho campo de trabajo por la visión lejana del hombre maduro para dominar la naturaleza. Esto lo vemos en los animales que a medida que están más altos en la línea evolutiva tienen una visión más lejana.

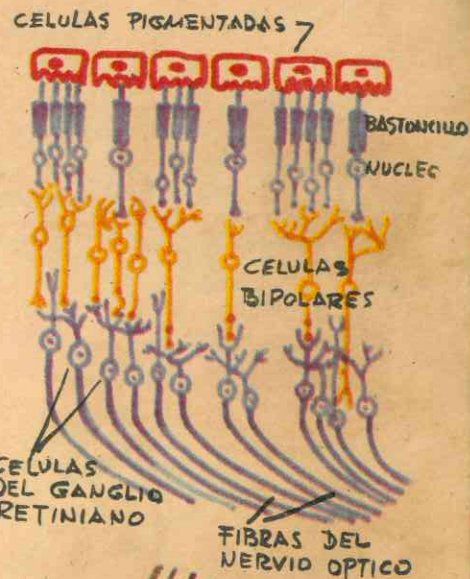
La cantidad de luz es regulada por el iris que es un anillo muscular de colores azul, verde o pardo y algunas variedades de estos colores según la naturaleza y cantidad de pigmento que tengan. Dicho anillo da una respuesta bastante rápida a la luz de manera que cuando entramos en una habitación muy iluminada el iris se cierra, y si está oscura se abre para permitir un mayor o menor acceso de luz al ojo y poder ver mejor.

En los globos oculares se insertan músculos con los cuales éstos se mueven, y están inervados de tal manera que ambos lo hacen al tiempo y enfocan normalmente la misma imagen.

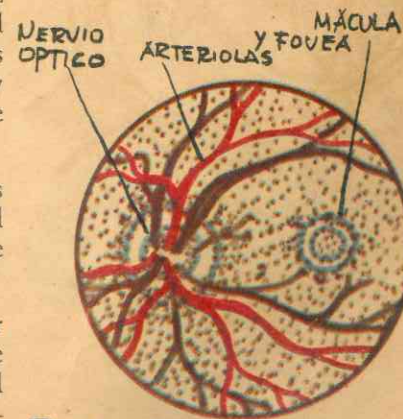
La única porción del ojo humano sensible a la luz es la retina que está situada en el polo posterior del ojo y tiene innumerables células receptoras llamadas por su forma conos y bastoncitos. Se calcula que hay unos 125 millones de conos y unos seis millones de bastoncitos.

De la región posterior del ojo parten axones, de las neuronas sensitivas, que forman el nervio óptico el cual sale del globo ocular de un *punto ciego* donde no hay visión.

Hay otra zona en la parte posterior del globo ocular llamada la *fóvea* en donde existen más conos que bastoncitos, y es la zona más sensible a la luz y el color; los bastoncitos están en la periferia y son sensibles a la luz difusa y poco al color.



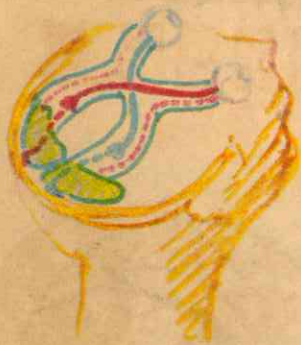
MUSCULOS PARA EL MOVIMIENTO DEL OJO



FONDO DEL OJO



CORTE ESQUEMATICO DE LA RETINA



ESQUEMA DE LOS NERVIOS OPTICOS

Cada cono tiene un pigmento sensible a la luz, llamado *rodopsina*, en cuya formación interviene la vitamina A; es un pigmento muy activo que al modificarse con la luz determina la sensibilidad del cono y la transmisión de la imagen luminosa por el nervio óptico. En los *bastoncillos* el pigmento es la *idiopsina* y el fenómeno químico es semejante al anterior.

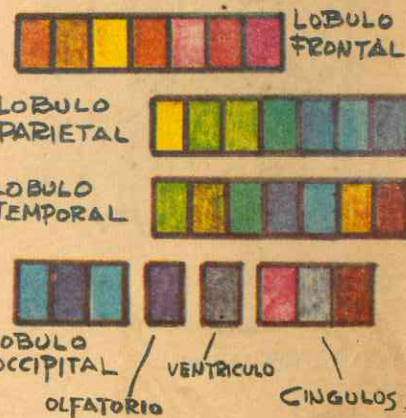
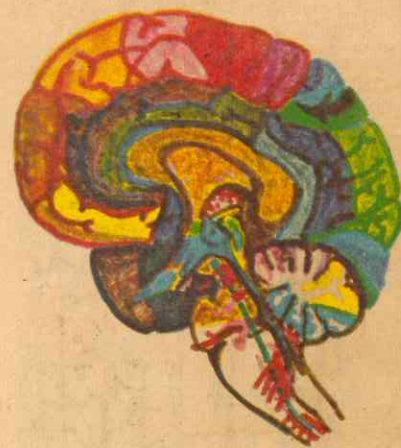
Para entender mejor la diferencia entre los conos y los bastoncillos debemos recordar que los bovinos como los toros tienen más bastoncillos que conos y su percepción del color es difusa, es decir que el mundo que ellos ven no es coloreado como el nuestro sino gris. Les cuesta trabajo ver el amarillo, por ejemplo, pero ven con facilidad el rojo que está en la iniciación del espectro visible. Vemos la razón por la cual los toreros se visten de colores que en plena luz del día son difícilmente vistos por el toro si no es de manera muy difusa; cuando quieren llamar la atención del toro utilizan la capa roja o morada que el animal capta mejor. Vemos también por qué la mayor parte de los accidentes en el ruedo ocurren cuando se lidia el quinto toro o en la última parte de la tarde cuando ya el Sol ha caído; como hay menor luminosidad el toro mejora su visión para colores que están más cercanos al amarillo. Más de un torero ha perdido la vida por este detalle.

Los nervios ópticos se dirigen por detrás de cada globo ocular al *quiasma óptico* que está en la parte anterior de la *silla turca*; la mitad de cada nervio se cruza con el del otro lado y se continúa con la *cintilla óptica* que se dirige hacia la parte posterior y va hasta el lóbulo occipital en la parte posterior del cerebro.

La destrucción del nervio óptico deja ciego el ojo correspondiente, es decir, cuando la lesión está por delante del quiasma óptico; si está por detrás, si lesiona la *cintilla óptica* derecha se pierde la vista de la mitad derecha de ambas retinas, y al contrario si se trata de la *cintilla* del lado opuesto.

El cerebro. — El cerebro está situado en la parte superior del encéfalo y se divide en dos *hemisferios*, derecho e izquierdo. La superficie de esos hemisferios es irregular pues presenta unas eminencias llamadas *circunvoluciones* y unas anfractuosidades llamadas *surcos* y *cisuras*; las *cisuras* son más hondas

AREAS CEREBRALES



que los *surcos*. Una capa superficial externa constituye la corteza cerebral; mide en el hombre entre uno y medio y cuatro y medio milímetros de espesor, y se calcula que tiene alrededor de 8.000 millones de células nerviosas. Fuera del *surco longitudinal antero-posterior* existen dos surcos mayores: la *cisura de Silvio* que es una honda grieta que va desde la base del cerebro en su parte media por la cara lateral del cerebro desde donde se dirige un poco hacia atrás, y lo divide en dos partes casi iguales, un anterior y otra posterior; y la *cisura de Rolando*, por delante de la anterior, que se dirige hacia abajo y ligeramente hacia adelante desde la mitad del borde superior del hemisferio hasta cerca de la cisura de Silvio.

Cada hemisferio cerebral se divide en cuatro lóbulos: el *lóbulo frontal* que forma el tercio anterior de cada hemisferio y está por delante de la cisura de Rolando y por encima de la de Silvio; el *lóbulo occipital* localizado en la parte posterior del cerebro; el *lóbulo parietal* que se encuentra entre la cisura de Silvio y el lóbulo occipital; y el *lóbulo temporal* situado debajo del lóbulo parietal y detrás de la cisura de Silvio. Entre la cisura de Silvio y la de Rolando hay una *circunvolución*, la *frontal ascendente*.

Hondamente vinculado con la naturaleza, el cerebro humano hace parte de la *ley de repliegue* pues la evolución del sistema nervioso central incluye esta característica. Efectivamente, si observamos el cerebro parece que hubiera sido más amplio y se hubiera comprimido, por lo cual se ha arrugado. Igualmente la estación bípeda del hombre ha traído un flejamiento del cerebro hacia atrás que ha hundido su cerebelo. Cada arruga corresponde a un surco que divide las diversas circunvoluciones cerebrales.

El *área motora* o motriz del cerebro está localizada en el lóbulo frontal, en la circunvolución frontal ascendente; la parte superior corresponde a la punta del pie y la inferior a los músculos de las regiones superiores del cuerpo. La parte más amplia de esta zona corresponde a los músculos de la laringe, es decir, de la palabra, y a los músculos correspondientes a la mano, de donde se deduce la gran importancia biológica que tienen estos dos órganos para el hombre. Las células de esta región tienen axones que descienden



ESQUEMATICO

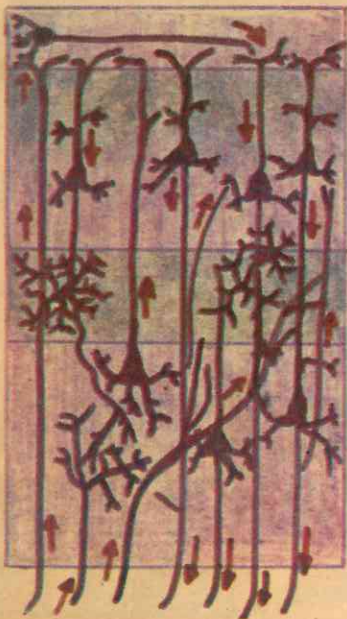
a los núcleos motores voluntarios de los nervios craneales y a las células motrices de la columna gris anterior de la medula raquídea; debajo del bulbo se entrecruzan con las del lado opuesto aunque algunas siguen la vía directa. Al recibir las órdenes transmitidas desde el cerebro los núcleos medulares en el centro de la medula las transmiten a través de los axones que salen por las astas anteriores hacia la periferia, los cuales forman las raíces anteriores de los nervios que van a inervar las fibrillas musculares de los músculos voluntarios.

La corteza cerebral se considera como el asiento de la mente y de la inteligencia. Sherrington dice que es "un telar encantado en el que millones de relampagueantes lanzaderas tejen y destejen"; es, pues la región donde se realiza la integración final de los mecanismos nerviosos.

Hemos hablado ya de la zona motora alrededor de la cisura de Rolando. El *área frontal* es de asociación y recibe axones de asociación de todos los lóbulos y de los núcleos grises de la base. Esta zona frontal de asociación es esencial para el pensamiento abstracto, la previsión, la madurez de juicio, el sentido de comportamiento y la conducta ordenada.

En las lesiones de la *parálisis general progresiva* sifilítica o de los *tumores del lóbulo frontal* se observan faltas de sentido de responsabilidad en su actividad personal, descuido en los hábitos personales, vulgaridad en el lenguaje y conducta apayasada, acompañados frecuentemente de euforia o alegría inmotivada, por lesión del lóbulo frontal.

Entre las lesiones de la corteza cerebral se producen algunos fenómenos como la ataxia que es la pérdida de la capacidad para realizar actos intencionales los cuales requieren una mayor participación de la corteza e implican una idea previa y la formulación de un plan. La idea se forma correctamente pero hay errores al traducirlas en acto como cuando se le dice a un enfermo que encienda un cigarrillo y en vez de fósforos toma un lápiz para cumplir la orden.



RED CELULAR DEL
TEJIDO NERVIOSO
SUPERFICIAL

DIRECCIONES DE TRANSMISION
DE SENSACIONES Y DE LOS
IMPULSOS PARA CONTROL DE
LAS FUNCIONES.

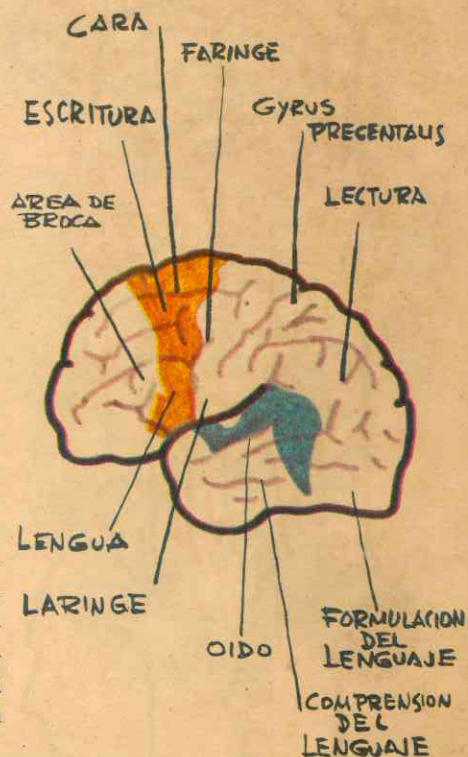
El lenguaje. — Es un atributo del cerebro humano que no comparte con animal alguno, y el trastorno de la palabra hablada o escrita se llama *afasia*. Desde el principio de la vida cada uno de nosotros utiliza un hemisferio cerebral, generalmente el izquierdo, pues el cruzamiento de los cordones nerviosos del lado izquierdo hacia el derecho y del derecho hacia el izquierdo hacen que casi todos seamos manidextros o derechos en contraposición con un pequeño número de individuos que son zurdos.

En un *zurdo* una lesión cerebral del lado izquierdo por lo general no causa trastornos en la palabra ni a un manidextro una lesión en el hemisferio derecho; en cambio, cuando la lesión del lado izquierdo afecta a un manidextro se produce afasia. Las funciones del lenguaje están localizadas en el hemisferio de predominio motor y la afasia no aparece si no se produce alguna afección en ese hemisferio dominante. Cuando se lesiona el centro del lenguaje podemos volver a aprender a hablar y a escribir pues el hemisferio contrario toma el comando de la palabra. Este reaprendizaje es más fácil en los jóvenes que en los hombres de edad.

Cuando un niño es zurdo nunca, por ningún motivo, debe obligársele a usar la mano derecha a menos que espontáneamente lo haga pues esto trae perturbaciones en la palabra y aún, trastornos de conducta. En los zurdos que utilizan la mano derecha se establece un adiestramiento de ella y se les llama ambidextros.

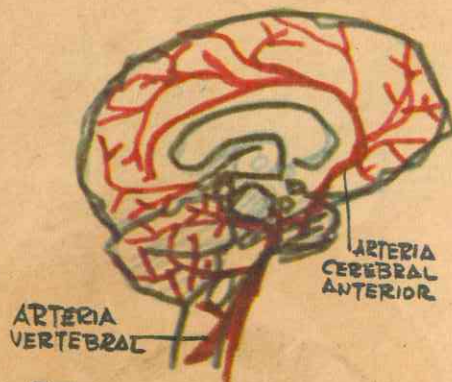
Por delante del área motora de la corteza cerebral está lo que se llama el *área de Broca* cuya lesión produce *afasia expresiva*; aunque no hay parálisis de labios, lengua o cuerdas vocales, el paciente es incapaz de hablar en forma inteligible; sabe lo que quiere decir pero emite las palabras de manera confusa pero no tiene dificultad para comprender lo que se le habla y para reconocer su propio error.

Lesiones del lóbulo temporal en el *área de Wernike* de la primera circunvolución temporal, por delante del área de Broca, afectan la asociación auditiva cuando lesionan el hemisferio dominante y provocan lo que se llama *sordera verbal*; el enfermo, a pesar de que oye es incapaz de comprender el lenguaje

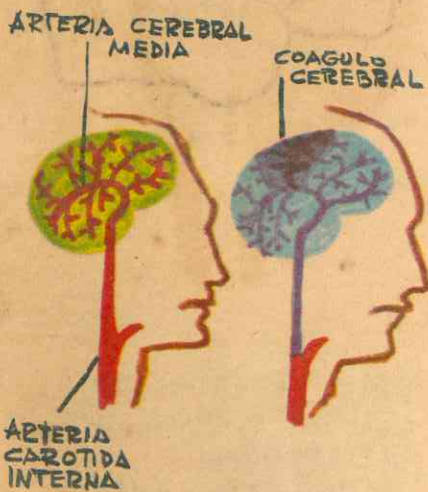


AREAS RELACIONADAS
CON LOS MOVIMIENTOS
DEL LENGUAJE
Y SUPUESTAS AREAS
DE ASOCIACION

hablado. Hay una zona en la parte posterior del lóbulo temporal que cuando se lesiona impide al enfermo recordar los nombres de los objetos, y otra zona vecina cuya afección implica la incapacidad de comprender el significado de las palabras escritas o impresas y hace imposible la lectura. Desde luego, se necesita que la lesión sea muy localizada en los puntos que hemos indicado para que se produzca una afasia selectiva pues habitualmente la lesión es generalizada y el paciente pierde completamente el uso de la palabra hablada o escrita.



ESQUEMA DE LA IRRIGACION CEREBRAL



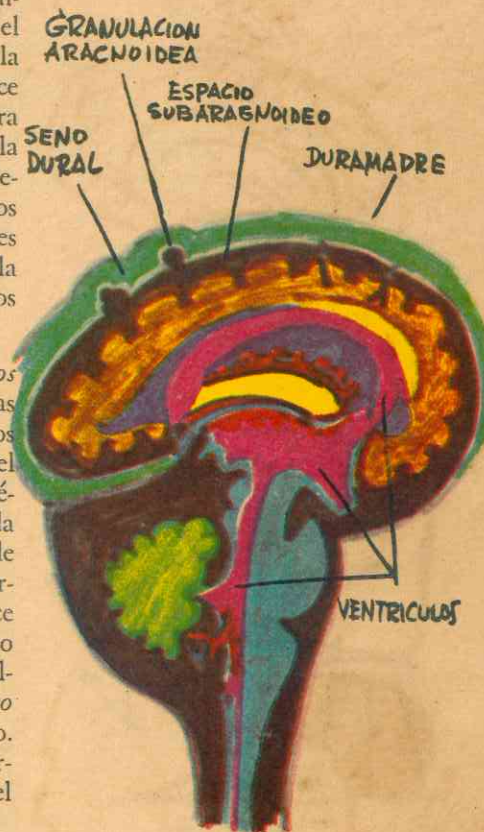
OBSTRUCCION DEL CEREBRO

La irrigación cerebral. — Se hace por medio de la *arteria cerebral* o silviana que es la rama terminal de la carótida interna; entra hasta el fondo de la cisterna de Silvio y se divide en ramas corticales que se reparten en toda la corteza cerebral. Cuando hay arterioesclerosis o hipertensión arterial una de esas ramas puede romperse y producir hemorragias en el seno de la sustancia gris cerebral y viene lo que se llama *hemorragia cerebral* o apoplejía. Una hemorragia relativamente pequeña en esta región produce parálisis muy extensa por razón de que las fibras motoras voluntarias están en una zona muy reducida. Si esas hemorragias son extensas por lo general resultan mortales, pero en casos de menor gravedad el enfermo puede sobrevivir y volver a adquirir el uso parcial de sus extremidades gracias al reaprendizaje. La oclusión o taponamiento del tronco principal de la *arteria cerebral media*, por formación de un coágulo o trombo, produce la *trombosis* con parálisis del lado opuesto del cuerpo y manifestaciones preponderantes en la cara y la extremidad superior. La *arteria cerebral anterior* es otra rama de la carótida interna e irriga la zona interhemisférica; la trombosis de esta arteria produce parálisis de la pierna del lado opuesto. Finalmente, las *arterias vertebrales* alcanzan a penetrar al encéfalo e irrigan la zona de la base del cerebro y la cara inferior del lóbulo temporal y el occipital.

Líquido cefalorraquídeo. — El encéfalo y la medula espinal están suspendidos en el líquido cefalorraquídeo que es transparente como agua de roca y evita el contacto, como un cojinete, del encéfalo y la medula espinal con los huesos que los rodean, lo cual hace que el sistema nervioso central esté protegido contra los traumatismos habituales del movimiento y de la marcha. Los cuatro ventrículos del cerebro están llenos de este líquido, que se calcula en 135 centímetros cúbicos en el hombre que se reproducen unas tres veces al día; su composición es salina como la de la sangre a la cual se le hayan quitado las proteínas y los glóbulos.

El líquido cefalorraquídeo se forma en los *plejos coroideos* que son capilares que se proyectan en las paredes de los ventrículos del cerebro. Los ventrículos cerebrales son cuatro. El *cuarto ventrículo* está en el interior del bulbo. El *tercero* en el centro del encéfalo, y los *dos ventrículos laterales* se hallan cada uno en un hemisferio y al mirarlos de cualquiera de los lados cerebrales parecen como enmarcando el tercer ventrículo. La entrada de los ventrículos se hace por un agujero que está entre el cerebro y el bulbo y da acceso al cuarto ventrículo. El *acueducto de Silvio* comunica el cuarto con el tercero y el *agujero de Monro* el tercero con el primero y el segundo. De esta manera todo el líquido cefalorraquídeo circula en las intimidades del cerebro y por fuera del encéfalo y de la medula espinal.

Todo el sistema nervioso central está rodeado por tres capas fibrosas: una llamada *duramadre* que está relacionada con todo el sistema óseo de la bóveda craneana y del canal vertebral; la *piamadre* por dentro en relación directa con el encéfalo y la medula espinal, y una tercera en la mitad de estas dos, la *aracnoidea* las cuales reabsorben líquido cefalorraquídeo para incorporarlo al sistema venoso y eliminarlo; así se hace la renovación de este líquido tres veces al día.



RECUBRIMIENTO LIQUIDO DEL CEREBRO (ESQUEMATICO)

El líquido cefalorraquídeo está a cierta presión que lo hace circular dentro del sistema de canales que hemos descrito; pero si estos canales se obstruyen a nivel cerebral, como continúa la producción de líquido en el interior del encéfalo, aumenta la presión y causa trastornos graves que pueden obstruir operaciones quirúrgicas muy delicadas. Cuando esta obstrucción se produce en el niño, como los huesos están poco soldados, aumenta el volumen del encéfalo y distiende la bóveda craneana lo que se denomina *hidrocefalia*, que implica a veces lesiones cerebrales graves si no se interviene a tiempo. Es curioso que los habitantes extraterrestres imaginados por los dibujantes, y a los cuales se les supone geniales, sean hidrocefálicos.



EL ACTO REFLEJO

FISIOLOGIA GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

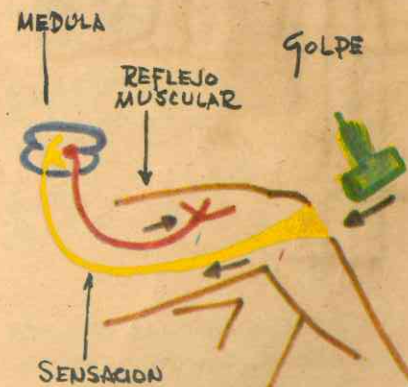
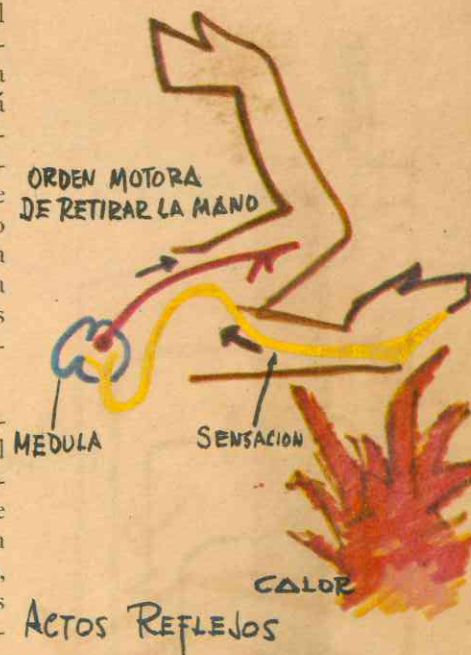
Todo el sistema nervioso funciona según la ley del reflejo y todos los *actos reflejos* provienen de la integridad del arco reflejo. Si a una persona dormida le acercamos una punta a su mano, inmediata y automáticamente la retira. Pero si con una persona despierta procedemos de la misma manera puede ella superar el dolor y aceptarlo sin moverse porque la corteza cerebral está dominando a la médula y a pesar de que hay estímulo no hay respuesta. Esto tiene mucha importancia para los estudios de psicología y de educación. El reflejo medular es automático y necesario y el reflejo cerebral de la corteza cortical es voluntario por lo menos dentro de ciertos límites. Esto nos explica por qué a veces una persona ante débiles estímulos reacciona violentamente lo cual nos sorprende porque ha tolerado agresiones más fuertes sin inmutarse. Es que por una disociación que en ocasiones se presenta, el estímulo débil provoca la respuesta automática que es parcialmente inconsciente y que cuando se vuelve consciente ya ha producido la reacción violenta. En cambio, esa persona ante un estímulo fuerte, como éste llega inmediatamente a la corteza cerebral que controla todo el sistema nervioso, la persona puede permanecer tranquila o equilibrada. La neurona superior controla la inferior.

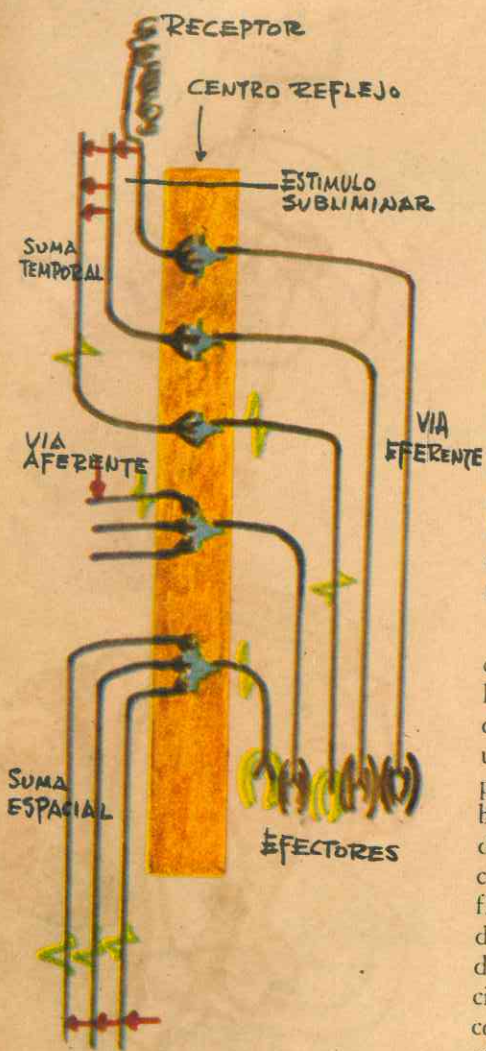
El reflejo es, pues, la activación de una neurona sensitiva que produce una respuesta motora según el mecanismo que hemos visto. Unos reflejos son *congénitos*, con los que nacemos, y consisten en una relación estímulo-respuesta no aprendida porque está presente en el arco reflejo que funciona automáticamente, y la sola presencia de las variaciones del ambiente determinan un gradiente de actividad desde la vía sensitiva hasta la motora que hacen que el niño recién nacido retire la mano si le acercamos una fuente de calor, o que tenga el reflejo de chupar para alimentarse sin que nadie se lo haya enseñado. Los reflejos congénitos son heredados por la especie desde sus remotos antecesores.

Pero fuera de estos reflejos no aprendidos o congénitos existen los que el hombre adquiere con el aprendizaje. En la especie humana son más los *reflejos aprendidos* que los congénitos. A medida que retrocedemos en la escala biológica encontramos la inversión de esta proporción; si vemos por ejemplo, las arañas o los gusanos encontramos que en ellos todos los reflejos son congénitos y son raros los aprendidos aunque algo se les puede enseñar.

Los reflejos son de cuatro clases: en primer lugar los que se refieren a la *conservación del individuo*, que determinan el movimiento de los órganos vegetativos como los de la digestión, de la circulación, etc.; en segundo lugar los reflejos que se refieren a la *perpetuación de la especie* que obran sobre los órganos de reproducción; en tercer lugar los *reflejos mecánicos* que activan los músculos y determinan las destrezas manuales o la agilidad del hombre para ciertos oficios; y en cuarto lugar los *reflejos psicológicos* que relacionan al hombre con el medio que lo rodea.

La *inteligencia del Hombre*, su capacidad de formar ideas abstractas y juicios de valor, y las concepciones más elevadas de la vida intelectual y espiritual están relacionadas con la integridad del cerebro especialmente del lóbulo frontal. Pero no pensamos con el cerebro. Pensamos con la totalidad de nuestro organismo y el cerebro es la central de integración para la formación de la idea.





PARA QUE UN ESTIMULO PRODUZCA UNA REACCION SE NECESITA O INTENSIDAD SUFICIENTE O REPETICION ADITIVA

El cerebro es un potente *calculador de probabilidades*. Cuando es estimulado por un sonido reacciona no en función del volumen de este sonido sino de su significado. Una madre puede no escuchar el ruido ensordecedor de un avión que pasa cerca de su casa pero le sobresalta un leve suspiro del hijo que está dormido.

La *cibernética* es la ciencia de los sistemas autorregulados como los cerebros electrónicos que han dado una idea de cómo funciona el cerebro. Hay juguetes electrónicos provistos de microelectrodos que por combinación de muchos electrodos dan la sensación de cierta voluntariedad o capricho en sus reacciones. Pero una calculadora no manifiesta experiencia y sólo almacena información. Un juguete electrónico espera que se le ponga en marcha y se le hagan preguntas a las cuales contesta con signos, pero no se le ocurre explorar la Luna ni ir al fondo de los mares para hacer investigaciones submarinas. Por eso todos los cerebros electrónicos se parecen y, en cambio, no existen dos cerebros humanos idénticos.

La *memoria humana* podemos definirla como una cierta capacidad de reproducir ideas aprendidas; pero la noción de memoria es más amplia y tiene un fundamento biológico evidente. En primer lugar existe una memoria celular; si hemos sufrido una fractura, pasados muchos años, todavía las manifestaciones ambientales como el frío hacen que el órgano afectado duela, dolor que puede ser muy leve pero que nos recuerda el accidente. Memoria es también la de los reflejos congénitos o no aprendidos; es una memoria de la especie pues la heredó de sus remotos antepasados, como el sueño. Y memoria también son las nociones aprendidas y que podemos repetir. La memoria corresponde a la fijación o a la modificación de una célula que conserva un cierto rasgo y que al ser excitada repite por la vía motora el mensaje que ha conservado en la célula sensitiva.

Se han hecho estudios muy interesantes acerca de la memoria; si a un ratón lo acostumbramos a que cada vez que aparezca una luz roja le hacemos llegar una corriente eléctrica de la cual el animal huye, pasados unos días el sólo aparecer la señal roja obliga al ratón a huir despavorido. Si le quitamos la zona

motora de la corteza cerebral y la injertamos en otro ratón que no haya adquirido este reflejo, una vez repuesto este ratón de la operación, inmediatamente se enciende la luz roja huirá espantado. Esto indica evidentemente, que la memoria coincide con una modificación celular de carácter químico, y que puede trasplantarse por injerto.

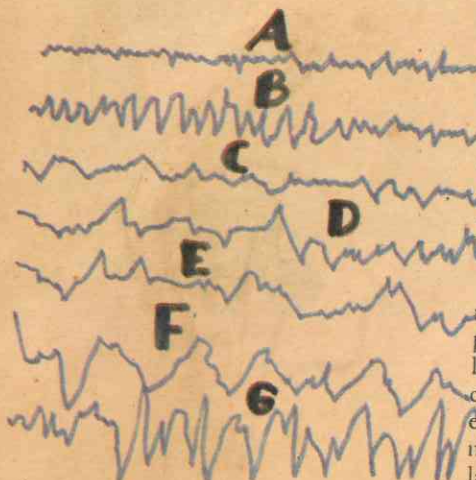
Dentro de este sistema nos preguntamos: ¿en dónde queda la *libertad*? La libertad tiene límites muy amplios: no somos dioses pero tampoco tenemos la limitación rígida de los animales inferiores. Disponemos de nuestros actos y tenemos conciencia de ellos; sabemos que hacemos unas cosas o dejamos de hacer otras voluntariamente, y que podríamos acomodar nuestra conducta a otros patrones. Pero estamos condicionados por el ancestro, por la estructura de nuestro sistema nervioso, por los reflejos de la especie de carácter instintivo, por las circunstancias que nos rodean. El mérito del Hombre y de una educación bien conducida consiste en superar lo instintivo y lo automático para convertirlo en voluntario y dirigido.

Los fenómenos de humor, las emociones y la personalidad dependen de un complejo en que se reúnen la corteza cerebral y los núcleos inferiores del cerebro llamados de la *emoción*. Cualquier proceso emocional de alegría o tristeza influye preponderantemente en los núcleos del hipotálamo. Por medio de pastillas tranquilizantes que obran sobre estos núcleos se rebaja la capacidad emocional del individuo y éste se serena un poco. Estos tranquilizantes que son útiles en algunas ocasiones pueden crear automatismos inconvenientes si se emplean por largo tiempo.

Electroencefalografía. — Como todo metabolismo, la actividad nerviosa desarrolla corrientes eléctricas que pueden ser registradas en un aparato llamado electroencefalógrafo. Este aparato es un registrador de energía eléctrica y mediante él se ha comprobado que el encéfalo es activo continuamente; las ondas en sucesión rítmica se producen a razón de nueve o diez por segundo y con diferencia de potencial de milésimas de voltio. Durante el sueño normal son más lentas y amplias y el ensueño o imaginaciones durante el sueño producen trazados por ráfagas de ondas irre-



LA PITUITARIA NO SOLO DA ORDENES SINO QUE TAMBIEN RESPONDE A LA FORMA EN QUE SE CUMPLEN DICHAS ORDENES



A = DESPIERTO
 B = REPOSO
 C = MODORRA
 D = SUEÑO LIGERO
 E = SUEÑO PROFUNDO
 F = COMA
 G = PERDIDA DE CONCIENCIA

gulares. Ciertas enfermedades como la epilepsia pueden dar un trazado irregular característico que denuncia la enfermedad, la cual puede estar presente aún en individuos que no hayan sufrido accesos epilépticos. Los tumores cerebrales también pueden ser diagnosticados por porciones irregulares del trazado.

PRACTICAS DE LABORATORIO

Disecar una rana para extraerle el cerebro y compararlo con el cerebro de un conejo y otro de perro que pueden conservarse en frascos que contengan partes iguales de formol y glicerina. Cortar uno de los hemisferios cerebrales de cada animal y observar la diferencia que existe con el cerebro humano. Simultáneamente extraeremos la medula espinal de cada uno de estos animales haciendo desde el agujero occipital y practicarle un corte transversal. Debemos observar primeramente las diferencias de la corteza cerebral; en segundo lugar la conformación del cerebelo, y en tercer lugar la relación que existe entre los centros nerviosos cerebrales y los centros medulares.

Lesiones principales del sistema nervioso. — Las más frecuentes son las *neuralgias*; consisten en un dolor provocado por inflamación de un nervio que al excitar permanentemente un sistema muscular lo sensibiliza y lo hace doloroso. Los desinflamantes y los analgésicos del tipo de la aspirina son las mejores drogas para estos dolores, agregados a la vitamina B la cual, por tener efecto sobre la célula nerviosa y el cordón nervioso, mejoran estos estados. Una afección muy frecuente y generalmente de ninguna importancia es el *calambre* u hormigueo proveniente de la compresión nerviosa provocada por una mala posición. Cuando apoyamos nuestro codo largo rato en un objeto duro mientras estamos dormidos, al despertar sentimos un hormigueo en las manos que no es doloroso pero sí muy desagradable, debido a una anormal irritación del axón motor el cual debe ser excitado normalmente por el cuerpo celular de la neurona motora.

La *anestesia local* paraliza las terminaciones sensitivas de la piel para que no transmitan el dolor; suprime la sensación dolorosa en las intervenciones quirúrgicas pequeñas.



DISECCION DE LA RANA I FASE

Fuera de los traumatismos de la medula espinal que pueden ser mortales, la lesión más temida de este órgano es la parálisis infantil o *poliomielitis* de la cual hablamos ya. Se debe a la acción de un virus sobre las astas anteriores de la medula espinal de donde parten los nervios motores; desorganiza estos centros celulares por lo cual degenera el músculo voluntario y viene la parálisis correspondiente en pocos días. La poliomielitis comienza aparentemente como un estado gripal y termina en parálisis. El miembro inferior que es el habitualmente afectado reduce su volumen por atrofia muscular y el enfermo pierde parte o la totalidad de los movimientos del miembro de acuerdo con la amplitud de la lesión. El mecanismo de transmisión de la enfermedad es, posiblemente, la materia fecal de individuos que la padecen y contaminan las aguas las cuales llevan el virus a otras personas; quizás también tenga algo que ver con el contagio de esta enfermedad el estiércol de caballo donde se infectan moscas que contaminan alimentos. Fuera de las medidas higiénicas habituales de limpieza, el cuidado de las aguas y el control sobre los insectos que transmiten enfermedades, existe una vacuna que previene al hombre contra la afección.

Una enfermedad grave del sistema nervioso central es la rabia o *hidrofobia*, transmitida casi siempre por mordedura de perros, pero puede serlo también por cualquier mamífero. La mordedura del animal infecta la herida, y por los cordones nerviosos asciende el virus hasta los núcleos de la base del cerebro lo cual ocasiona inicialmente parálisis en los músculos de la deglución y se presentan dificultades en este acto, sobre todo para los líquidos; en el curso de una semana, aproximadamente, el virus invade parte notable del sistema nervioso central y se produce irremediablemente la muerte.

El virus transmitido por el perro se llama *virus de la calle* y demora de treinta a sesenta días para recorrer el trayecto que va del pie al cerebro. Si la herida es en una mano tardará más o menos la mitad de este tiempo pues es la mitad del recorrido, y si la herida es en la cara en pocos días se presentará la lesión cerebral.



POLIOMELITIS



HIDROFORIA



TREPONEMA O
ESPIROQUETA PRODUCTOR
DE LA SIFILIS



CHANCROS
SIFILITICOS

La sífilis de la cual hemos hablado, produce en el sistema nervioso una *meningoencefalitis*, es decir, inflamación de las meninges y de la corteza del encéfalo, con formación de quistes o gomas que desorganizan el sistema nervioso. Es lo que se llama parálisis general progresiva. La sífilis nerviosa produce a veces en su iniciación un estado de euforia, de bienestar y aún de actividad cerebral que puede dar la sensación de brillantez; pero rápidamente esas manifestaciones decaen y viene la *disartria* o trastorno en la articulación de las palabras; es característica la dificultad que tienen estos enfermos para pronunciar vocablos como constitución. Luégo se produce la decadencia mental con trastornos de la conducta que pueden ser muy graves y obligan a la reclusión del

La única defensa contra la enfermedad es la vacuna atenuada, preparada en embrión de huevo de pollo, que en pases sucesivos de embrión a embrión adquiere velocidad de progreso; este se llama *virus fijo*. El Instituto Nacional de Higiene prepara una vacuna que hace en siete horas el mismo recorrido que el virus de la calle realiza en 60 días. A un individuo mordido se le inyecta esta vacuna y cuando el virus de la calle llega al cerebro ya encuentra ocupados los núcleos cerebrales por el virus fijo; así, el paciente se protege contra la enfermedad. Se debe hacer la vacunación de los perros para evitar la propagación de la rabia, y vacunar a cualquier individuo mordido por un perro callejero que no pueda capturarse para su observación. En caso de apresarlos, se tendrá en observación ocho o diez días, plazo en el cual, si el animal está enfermo, debe morir. Si el animal muere antes de hacerse esta investigación debe enviarse su cerebro al Instituto Nacional Samper Martínez para comprobar si estaba enfermo de rabia. Las autoridades de higiene tienen prelación en correos para enviar muestras y vacunas, pues este problema se considera de orden público, y el servicio es absolutamente gratis. Si el perro puede ser capturado se pone en observación y debe morir en el curso de una semana; viene primero parálisis de los miembros posteriores, desasosiego e irritabilidad, inapetencia para comer y especialmente para beber por la dificultad para la deglución de líquidos.

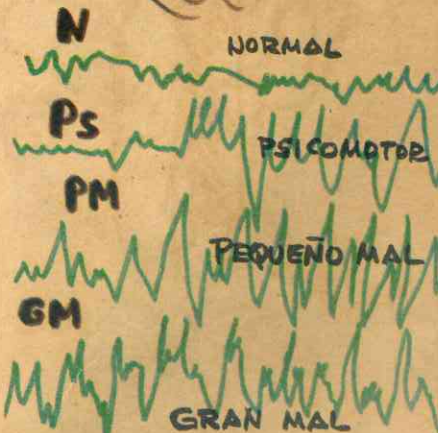
paciente. Cuando es tratada la sífilis nerviosa se detiene en el punto en que se inició el tratamiento, pero desgraciadamente las lesiones adquiridas ya no mejoran y el paciente se convierte en una carga, para la familia y para la sociedad. Cuando no es tratado llega rápidamente la muerte.

La *epilepsia* es una afección de la corteza cerebral con manifestaciones motoras. Se debe, frecuentemente, a traumatismos en el momento del nacimiento o durante la vida, que irritan la corteza cerebral y desarrollan fenómenos motores de accesos o ataques epilépticos consistentes en convulsiones que pueden generalizarse por todo el cuerpo. Si la causa es una esquirla de hueso o adherencia, debe tratarse quirúrgicamente. Cuando el estímulo de la enfermedad no es conocido, habrá que tratar indefinidamente con drogas anticonvulsivantes. Debemos observar que los ataques epilépticos de los niños y los jóvenes pueden darse a la presencia de parásitos intestinales, especialmente de áscaris, pero este tipo de convulsiones epiléptiformes no corresponden a verdadera epilepsia. Una vez descartada la posibilidad de infestación parasitaria, las epilepsias juveniles e infantiles deben tratarse con prudencia, y no debemos pensar que la enfermedad se prolongará por toda la vida pues muchas veces, con la madurez del muchacho y la mielinización total del sistema nervioso mejora esta situación. La gravedad de la epilepsia consiste en que todas las enfermedades convulsivas van dañando la célula cerebral y vienen, en primer lugar, trastornos de la memoria y luégo una decadencia mental. Contrasta esto con el hecho de que muchos hombres importantes han sido epilépticos sin que se hayan presentado esas manifestaciones finales, pero se trata de casos excepcionales.

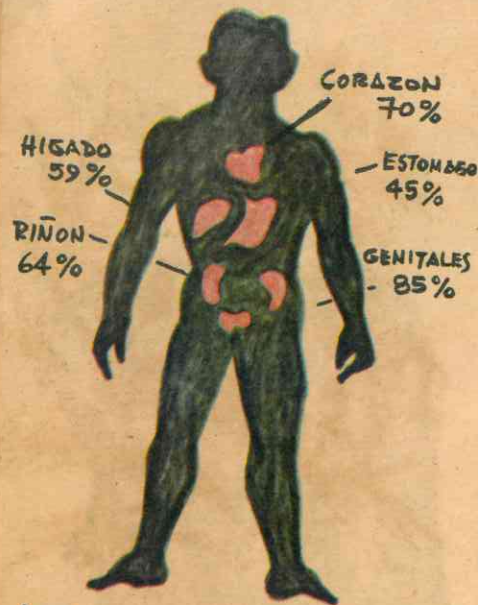
Los tóxicos que afectan el sistema nervioso central son: en primer lugar el *alcohol* que produce una intoxicación llamada embriaguez o borrachera; inicialmente se presenta una excitación o euforia y después signos de incoordinación motora pues el paciente anda en zig-zag, haciendo eses, es torpe en los movimientos de las manos y, finalmente, no puede coordinar las ideas. Al anesthesiarse la corteza cerebral quedan libres las neuronas de los núcleos de la base



GRAFIA
EPILEPSIA



LOS TRES TRAZOS DE
LA EPILEPSIA



LESIONES SOBRE 100
ALCOHOLICOS CRONICOS



VISION HUMANA
BAJO EFECTOS
DEL LSD

del cerebro y los centros motores medulares, y el borracho adquiere automatismo por desinhibición de los centros nerviosos inferiores lo que ocasiona cambios en la personalidad: individuos suaves en la vida social se convierten en agresivos y, aún, peligrosos.

Fuera de la embriaguez ocasional, el consumo frecuente de alcohol provoca lo que se llama el *alcoholismo* que es una tendencia impulsiva a utilizarlo, y dificultad de prescindir de él. El alcohol va lesionando la célula nerviosa y ya hemos visto que también lesiona la hepática. Viene una decadencia mental caracterizada por cierta torpeza motora, irresponsabilidad creciente y abandono de deberes a veces sagrados. En casos más avanzados el alcoholismo produce estados delirantes, el *delirium tremens*, que consiste en alucinaciones de tipo terrorífico; esto ya implica una lesión muy grave y a menudo irreparable.

En la relación que hay entre la emoción y el cerebro debemos mencionar la utilización de algunas drogas llamadas *alucinógenas* que producen estados psicopáticos temporales en individuos normales que consisten en alucinaciones e ilusiones, y sentimientos de irrealidad. Las alucinaciones toman forma de visiones o de audición de voces imaginarias sin base real alguna. Con frecuencia se encuentran estos síntomas en enfermos mentales.

Los alucinógenos producen trastornos en la conducta de los animales inferiores como en las arañas las cuales, bajo el efecto de la droga dibujan de manera caprichosa y absurda la tela.

Las drogas más estudiadas son la *mescalina* y la *amida de ácido lisérico*. Los antropólogos conocieron el uso de la mescalina por ciertas tribus del sur de los Estados Unidos, obtenida de un tipo de cactus llamado peyote que se emplea en cultos religiosos indígenas. Esta droga produce síntomas de desorganización de la personalidad, confusión, alucinaciones y, en algunos sujetos intenso miedo. La droga obra sobre el hipotálamo en donde influyen en sentido contrario otras drogas llamadas *ataráxicas* o tranquilizantes, cuyo uso se ha esparcido por todo el mundo pues la creciente angustia humana se mejora un poco con su empleo. Este tóxico se conoce con el nombre de *LSD*.

Otro producto de utilización muy grave se obtiene de una hierba del género *Cánnabis* que crece en diversas partes del mundo silvestre y en jardines, y se ingiere en forma de cigarrillos o de rapé: la *marihuana*. El fumador de esta hierba es un individuo ocioso de veinte a treinta años con antecedentes de inadaptación y frustración, que busca escapes. Habitualmente fuma de seis a diez cigarrillos diarios. Los adolescentes inadaptados en Estados Unidos y Europa suelen fumar marihuana para lograr una intoxicación ligera, y es droga muy utilizada entre gente de bajo nivel social y moral. Los toxicómanos sienten el efecto en unos pocos minutos con euforia e hilaridad, aumento del apetito para el dulce y de la sensibilidad gustativa, sequedad en la boca y a veces náuseas. Con frecuencia se presenta exaltación y alucinación con imágenes vívidas y agradables, y desorientación en el tiempo y en el espacio, todo esto acompañado de temblor e incoordinación motora. Si los toxicómanos están solos permanecen quietos y somnolentos pero si están acompañados son inquietos y habladores. Después de tres o cuatro horas el paciente despierta fatigado.

Los efectos de la marihuana como causa directa de actos criminales han sido exagerados; los trastornos graves en el fumador de marihuana dependen de la personalidad fundamental, mal formada o viciosa, y el tóxico origina trastornos de la conducta que estaban en germen en el sistema nervioso. La marihuana no produce intoxicación crónica y puede suspenderse inmediatamente sin mayores problemas contrario a lo que sucede con el alcohol o drogas como la morfina que no pueden interrumpirse bruscamente.

La *cafeína* procedente del café y del té produce una ligera excitación cerebral, utilizada por el individuo para mantenerse despierto en horas de trabajo, y es un estimulante agradable; si no se toma en exceso no ofrece peligro. La *nicotina* del tabaco puede ocasionar trastornos en la circulación que ya hemos anotado atrás. En cuanto a las lesiones sobre el sistema nervioso no parece que sean de importancia aunque se ha notado que los fumadores de cigarrillos pierden un poco de la precisión en la memoria de los sustantivos.



BELEÑO OPIO
PLANTAS ALUCINATORIAS Y EUFORICAS



DIBUJO DE UN ENFERMO
MENTAL. EXPRESION DE FURIA

Entre nosotros la *chicha*, que es un alcohol procedente de la fermentación del maíz al cual se han agregado panela, es ya casi un problema histórico pues ha desaparecido prácticamente en nuestros medios. Sus alcoholes son gravemente nocivos de la neurona cerebral producen decadencia mental con gran rapidez.

La *morfina* es una sustancia extraída de la amapola. Anestesia la corteza cerebral y, por tanto, calma el dolor y la angustia. Su uso en medicina es limitado por los peligros que encierra, de los cuales carecen las drogas sintéticas que producen efectos semejantes a los de la morfina. Su peligrosidad depende de que la célula nerviosa utiliza en su metabolismo sustancias que entran en concurrencia con la morfina y ésta es preferida por la célula que se vuelve perezosa para tomar su alimento normal y prefiere el tóxico; el morfinómano se angustia y desespera, y para obtener la droga puede llegar a excesos delictuosos. Es fácil entender la dificultad de luchar contra esta toxicomanía que puede obligar a hospitalizaciones hasta de un año.

La *cocaína* procede de un arbusto llamado coca y la droga se obtiene mameando la hoja de la planta, lo cual consiste en masticarla mezclada con un poco de cal. Ingerida así la cocaína, anestesia las células de absorción del sistema digestivo y el cocainómano degenera por desnutrición.

Los efectos alucinógenos de la morfina y la cocaína son mínimos en comparación con los de la mescalina y el LSD lo que ha debido contribuir a la preferencia de estos últimos. Junto con la chicha, la coca fue prohibida en Colombia y perseguida por la policía desde 1948.

Hay unas drogas estimulantes del sistema nervioso, como la *benzedrina*, que son muy peligrosas al ser utilizadas indiscriminadamente, a menudo es usada por estudiantes en tiempo de exámenes para no dormir. Estas drogas suben la tensión arterial, ocasionan trastornos en la célula nerviosa y desorganizan el sueño. Una vez perdido el reflejo del sueño es difícil volverlo a adquirir, y la falta de sueño requiere tratamientos psiquiátricos largos, complicados y no siempre efectivos.



LA MENTE
EN TENSION
Y EN DESORDEN

La capa superior del cerebro es la última en la evolución del individuo y de la especie y la que primero se lesiona por acción de senilidad, intoxicaciones, etc. La *senilidad* consiste en pérdida de la actividad cerebral y, en general, de la actividad nerviosa. Corresponde a una decadencia de todo el organismo y el individuo pierde fuerzas, actividad y habilidad, se vuelve más frágil y su sistema nervioso más irritable. Si la muerte es inevitable las consecuencias fatales de la senilidad sí se pueden evitar con una vida sana y ordenada, eludiendo tóxicos como los que hemos descrito y manteniendo una actividad intelectual que es el mejor estímulo fisiológico de la célula nerviosa. Podemos dar varios ejemplos de hombres importantes que llegan a edades avanzadas con la misma frescura de su mente como el caso de varios gobernantes, Papas, hombres de ciencia y políticos quienes en edades casi centenarias mantuvieron un ritmo de actividad mental que podrían envidiar muchos jóvenes.

RESUMEN

El sistema nervioso central hace la integración biológica de todas las funciones del organismo.

Durante el desarrollo embrionario del hombre se repiten muchas de las etapas ancestrales del desarrollo del sistema nervioso. Las diferencias de desarrollo del sistema nervioso determinan diferencias individuales de los hombres.

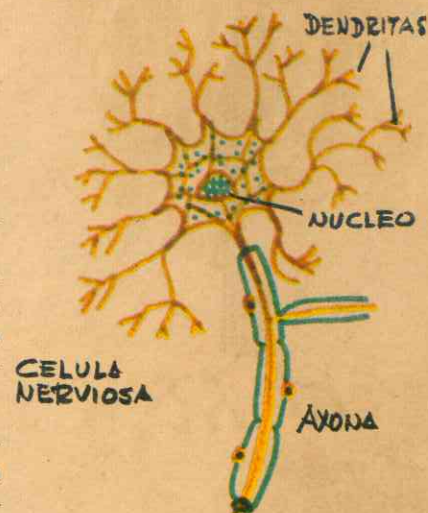
La célula nerviosa o neurona es la unidad neurológica. Los cuerpos celulares constituyen la sustancia gris del sistema nervioso y las prolongaciones la sustancia blanca.

Las prolongaciones fibrilares cortas o dendritas de las neuronas conducen los impulsos nerviosos hacia el centro de la célula. Las prolongaciones largas o axones de las neuronas, conducen impulso nervioso desde el centro de la célula hacia afuera. Muchas neuronas tienen sus axones revestidos de mielina, sustancia aislante que propicia la rapidez de la conducción nerviosa.

Los estímulos recibidos por terminaciones nerviosas sensitivas periféricas, de los órganos de los sentidos,



SENILIDAD



son conducidas a las neuronas de los ganglios raquídeos cuyos axones sensitivos conducen las sensaciones al cerebro, y así tenemos conciencia de la sensación recibida. La neurona sensitiva cerebral, que recibe la sensación, comunica el impulso a una neurona motora cerebral. A través del axón de la célula motora cerebral sale el impulso motor hacia la correspondiente neurona motora de la medula, cuyo axón sale hacia los músculos correspondientes, que traducen el impulso motor en contracciones musculares, lo cual ocasiona un movimiento. Todo este proceso se llama arco reflejo.

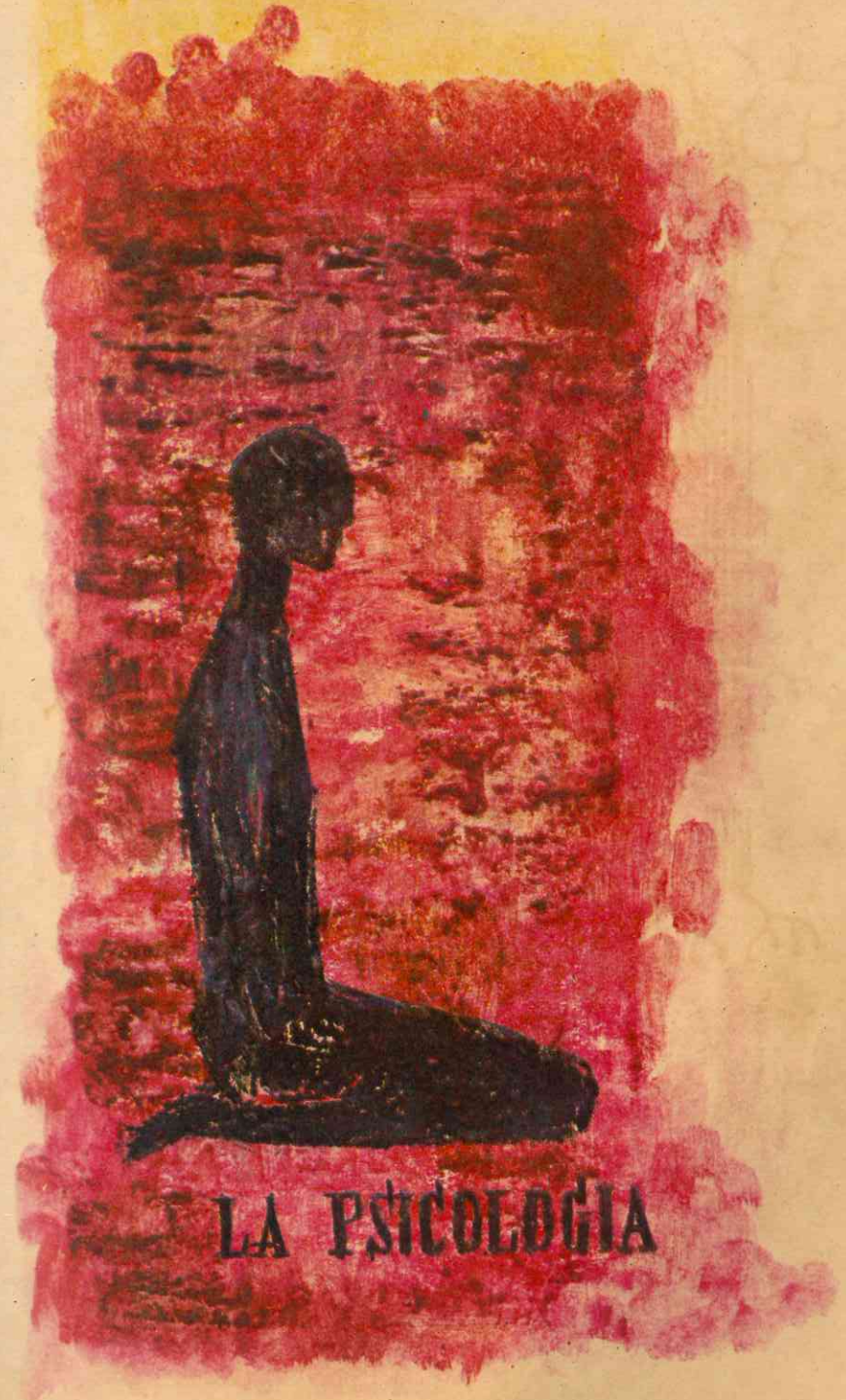
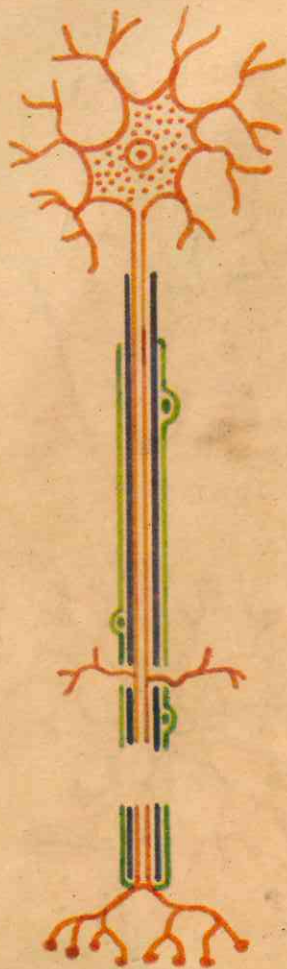
Muchos movimientos reflejos transcurren automáticamente. Los procesos del sistema nervioso simpático, el cual regula el funcionamiento de los órganos vegetativos, son inconscientes aunque hay relaciones con el sistema nervioso cerebroespinal.

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Manter J. T., *Neuroanatomía y Neurofisiología Clínicas*. Quien quiera obtener datos más exactos sobre la sistematización del sistema nervioso puede leer este librito que es lo más sencillo, tal vez, que se encuentra en esta materia. Las obras de neurología son bastante complejas y difíciles.

Walter G., *El Cerebro Viviente*. Estudio de los mecanismos cerebrales y su comparación con computadores y con juguetes electrónicos.

ESQUEMA DE LA
CELULA NERVIOSA.



12. LA SICOLOGIA

Con el nombre de Sicología se denomina un conjunto de ciencias distintas que tratan de los fundamentos biológicos del comportamiento humano o de la conducta del Hombre en su vida individual y social o de la estructura del alma; desde el punto de vista filosófico contempla al hombre en lo que tiene de más elevado y más noble.

En este capítulo, sencillamente completaremos los anteriores pues trataremos del fundamento biológico del comportamiento humano; este tema nos parece la culminación del estudio de lo estrictamente biológico, pues sin él una Sicología Humana quedaría limitada a sólo una parte de la Zoología.

GENERALIDADES

Ya en otras oportunidades hemos observado que si nos encontramos con un tigre no tenemos que hacer estudios químicos y biológicos muy completos para darnos cuenta que se trata de un animal peligroso; simplemente por su aspecto externo captamos la necesidad de ponernos a buen seguro ante la posible agresión del animal. Si viéramos otro animal, mamífero, de tamaño mediano, de caninos muy fuertes y grandes pero que no fuera un tigre, sin más, tomaríamos las mismas precauciones que con el anterior, pues sabríamos inmediatamente que se trata de un felino, carnívoro y muy peligroso. Pero si nos encontramos frente a un naranjo no tendríamos que salir corriendo pues sabríamos que a su sombra podemos comer una deliciosa naranja; y si a su lado hubiera otro árbol de flor, fruto y semilla, cuyas hojas, flores y frutos fueran semejantes al anterior, aún no siendo de la misma especie, comprenderíamos que se trata de una planta cuyo fruto es comestible y, casi sin excepción, su fruta sería agradable al paladar.



Esto significa que el aspecto exterior, la forma externa, nos permite clasificar los seres, y no sólo en la escala biológica sino en la mineral. Distinguimos rápidamente el diamante del carbón por su color, a pesar de tratarse del mismo mineral y, fácilmente, también, el diamante del oro o el oro de la plata. La plata nos ofrecería un poco de más dificultad para reconocerla si la comparamos con el platino, pero llegaríamos a diferenciarla también.

Un gramo de oro es igual a cualquier gramo de oro, uno de plata igual a otro de plata, y lo mismo ocurre con todos los metales. Pero en el orden biológico no es lo mismo. Es posible que al microscopio podamos ver dos amibas más o menos iguales, y si hay entre ellas diferencias no alcanzamos a percibir las; pero a medida que ascendemos en la escala biológica, tanto por el lado vegetal como por el animal, nos damos cuenta que no hay un eucalipto enteramente igual a otro eucalipto, ni un tigre igual a otro tigre ni un hombre igual a otro hombre. Hay diferencia en el número o en la coloración de las hojas o en la altura del árbol en el primer caso; en cuanto al tigre, puede haberla en el número de rayas de su piel o en la coloración de estas o en lo largo o ancho de sus colmillos. En el ser humano, aún en el caso de los mellizos idénticos si los detallamos un poco encontramos claras diferencias entre ellos.

Las diferencias de los hombres en su aspecto físico son muchas: hay unos más altos, otros más bajos, más gordos o más delgados, blancos o morenos, con cabezas de esta o aquella forma, pies largos o pequeños. Y cuántas diferencias de comportamiento, de manera de ver las cosas y de expresar lo que piensan; unos son habladores, otros reservados, al de más allá le gusta la vida social, otro se interna en un monasterio lejos del ruido de las ciudades y de la actividad común, etc.

Entonces, nos preguntamos si dentro de esta variedad inmensa de características es posible clasificar a la humanidad desde el punto de vista psicológico. Lo primero que se nos ocurriría sería clasificarla por razas, pero vemos que entre los amarillos hay gente que tiene las mismas características que tienen los blancos, y que el color de la piel no pone gran diferencia en los comportamientos humanos: hay sabios amarillos.

DINKA
AFRICAPYGMEO
NUEVA GUINEALUCHADOR "SUMO"
JAPON

blancos, morenos y negros; hay santos de todos los colores y, desgraciadamente, todas las razas tienen también criminales. Entonces debemos buscar una clasificación sencilla, es decir que a simple vista podamos apreciar; una clasificación universal en donde quepan todos los hombres cualquiera que sea su raza y su cultura y, desde luego, una clasificación estrictamente biológica y, por lo tanto, científica y mensurable.

FUNDAMENTOS DE UNA CLASIFICACION

Hemos visto que a través de la forma exterior de los animales y vegetales se pueden clasificar con facilidad dentro de la especie, el género y la familia. Pero debemos dejar grabado muy claramente este párrafo para captar el fundamento biológico de la Psicología: el aspecto exterior nos revela la clasificación biológica y de esa clasificación deducimos las cualidades, como la peligrosidad del tigre o de cualquier otro felino, o la comestibilidad de la naranja o de cualquier cítrico. Porque a la forma exterior corresponde una estructura, es decir, células de felino o de cítrico. Por tanto, al aspecto externo se corresponde con la estructura interna del ser biológico y a la estructura de la célula y a sus características, corresponde la función.

Entonces, debemos buscar una clasificación de formas humanas en la que podamos agrupar a los diversos individuos de la especie, aspectos exteriores diferentes que nos revelen sus estructuras internas, con el fin de modificar la conducta del individuo y hacer de él un ser distinto de otros de la misma especie.

BIOTIPOLOGIA

Se designa con este nombre el estudio de la clasificación humana de acuerdo con los tipos que hayamos elegido como modelo. En esta clasificación el modelo es sencillo y objetivo y, por tanto, más científico que otras más elaboradas y difíciles de apreciar.



EL CRECIMIENTO

Según este modelo dividiremos a los hombres en tres grandes grupos: el de los delgados, el de los gordos y el de los fuertes. Algunas veces nos es difícil hacer una clasificación exacta porque el individuo puede tener las características de dos tipos; pero si afinamos el análisis, dentro de los tres primeros podemos clasificarlos a todos.

El delgado, llamado también *leptosómico*, tiene predominio de líneas verticales. Está caracterizado por ser de tamaño normal o alto, pero delgado, flaco, y da la impresión de ser más alto de lo que en realidad es. Tiene débil musculatura, manos descarnadas, hombros estrechos y su peso por lo general es inferior al que debiera tener de acuerdo con su estatura. Su rostro es fino y delicado.

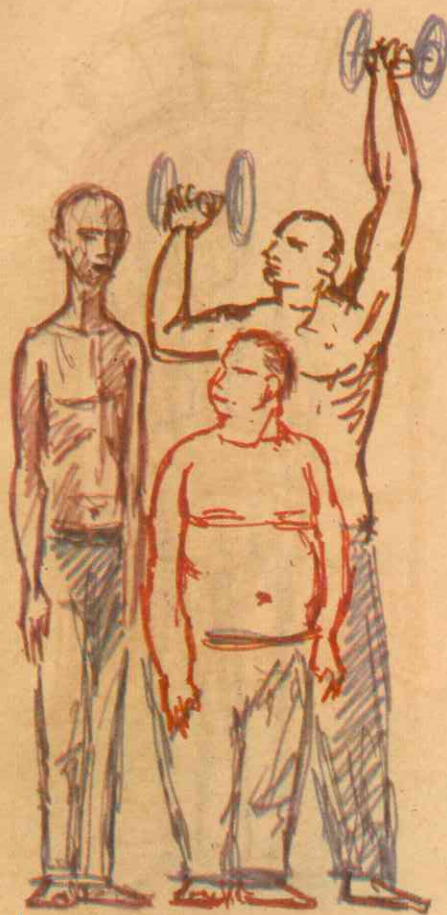
El gordo, llamado también *pícnico*, tiene predominio de sus dimensiones horizontales sobre las verticales. Su estatura tiende a ser inferior a la media, el cráneo, la caja torácica y el abdomen están desarrollados, y su tórax es cónico, con la base mayor apoyada sobre un amplio abdomen. El gordo tiene tendencia a exhibir un rostro lleno.

El fuerte, llamado *atlético*, corresponde a individuos con tendencia a una estatura un poco más elevada que la media, gran desarrollo del esqueleto y fuerte musculatura. Tiene hombros anchos y su tórax da la impresión de un cono con la base superior y un vértice inferior. Su rostro tiene facciones bruscas.

Los tipos *mixtos* son difíciles de clasificar dentro de los grupos anteriores pues pertenecen a dos o más constituciones; pero al observar no sólo la constitución física sino la conducta de ese individuo y la respuesta habitual que da a los estímulos exteriores, es posible su clasificación. Dentro de estos podemos incluir a los que se llaman tipos *displásicos* que son mal conformados y presentan anomalías orgánicas considerables; son tipos patológicos o subpatológicos.

Para entender el significado que tiene esta clasificación y sus relaciones con la respuesta psicológica de cada tipo, vamos a hacer una breve descripción de ejemplos históricos que nos ilustren cada caso.

Hemos descrito al leptosómico o delgado como un individuo de talla más o menos normal pero de dimensiones horizontales disminuídas, por lo cual la



LEPTOSOMICO

PICNICO

ATLETICO

superficie exterior del cuerpo es mucho menor que la de un pícnico o un atlético, como es evidente. Sabemos que en la piel están las terminaciones nerviosas que forman parte del sentido del tacto el cual está repartido por todo el cuerpo; por esto el leptosómico, el flaco, tiene menos posibilidades de percibir el ambiente que lo rodea; está más aislado del mundo exterior porque tiene menos receptores nerviosos. Todo conocimiento que adquirimos, todo contacto con la realidad exterior lo obtenemos por los órganos de los sentidos.

Los órganos de los sentidos son más o menos iguales en todas las personas, excepción hecha del tacto que es el que pone las diferencias entre uno y otro tipo, incluyendo entre los sentidos del tacto el sentido *cenestésico* o de la contracción muscular. Ya había dicho Aristóteles que *nada hay en la mente que no haya entrado por los sentidos*; de manera que toda la psicología humana está formada con una amplia base biológica.

De esta disminución de contacto con el exterior que tiene el leptosómico deducimos que es un tipo humano relativamente aislado o que tiene la tendencia a aislarse; para él su propia personalidad, su propio yo, adquiere una importancia extraordinaria porque para quien se aísla, su mundo interior tiene el valor de ley y medida.

Por lo que hemos dicho sobre este tipo concluimos sus características psicológicas: es hombre con tendencia a aislarse, a pensar que su mente y su pensamiento son la medida de todas las cosas, a tratar de someter a todo el mundo a su propio juicio; por ser muy rígido es difícil hacerle cambiar de opinión puesto que no tiene antenas receptoras suficientes para ponerse en contacto con el ambiente exterior.

En todo esto, desde luego, hay grados; unas personas son más aisladas y otras lo son menos, pero la tendencia general es la que hemos descrito. Es evidente que con sus características, el leptosómico trate de valorar y cultivar su vida interior, la reflexión, y por eso son gente que maneja mejor la idea abstracta; pero también tiene el peligro de tratar de obligar a seguir su propia idea a las personas que los rodean.



TENDENCIA AL AISLAMIENTO



LEPTOSÓMICOS

Dentro de estos tipos humanos se encuentran los mayores fanáticos de la historia, los individuos de mayor capacidad de heroísmo, entendido este como un acto ocasional que puede comprometer hasta su vida. Es, en general, temperamento de filósofos, de matemáticos y de pensadores. A continuación haremos una lista de personajes de la historia que nos ilustra sobre las características de este grupo. Leptosómicos fueron: Teodora de Bizancio, Felipe II de España, Isabel I de Inglaterra, Juana la Loca, Iván el Terrible, Robespierre, Bolívar, Hitler, Newton, Copérnico, Kepller, Pascal, Leibniz, Kant, Mme. Curie, Teilhard de Chardin, Beethoven, Chopin, San Francisco de Asís, Calvino, León XIII, Pío XII, Miguel Angel.

Es muy difícil hablar de normalidad en el hombre; no es fácil definirla, pero todos estamos más o menos de acuerdo en considerar normales a individuos de muy diversas características, si son de mente y corazón suficientemente equilibrados, es decir que su inteligencia, sus sentimientos y su conducta social se consideran aceptables por todos. Dentro de la lista que acabamos de enumerar no hay duda que hay hombres de muy diversas características: gobernantes, reformadores religiosos, artistas, filósofos, matemáticos, etc. pero a veces, dentro de individuos que prestan buen servicio a sí mismo, a la familia y a la sociedad en que viven, y a los cuales consideramos importantes, hay ciertas desviaciones patológicas que no podemos desconocer.

Si suponemos que Beethoven, Copérnico, Mme. Curie, Bolívar y Pío XII eran individuos normales, no vacilamos en afirmar que Felipe II y Robespierre se caracterizaron por una refinada crueldad en el ejercicio de sus funciones como gobernantes y políticos; no los consideramos plenamente como anormales, pero juzgamos que están en la mitad del camino que va de la normalidad a la anormalidad.

Los leptosómicos presentan una tendencia llamada esquizotimia; cuando ya presentan características morbosas se les clasifica como esquizoides.

Entre el grupo hemos encontrado también a Juana la Loca y a Hitler de quienes no podemos dudar que tenían una mente francamente perturbada. La primera era una loca relativamente inofensiva; el segun-

do un hombre que utilizó el poder para cometer los más atroces delitos del mundo moderno, ambos llevados por ideas fijas que nadie hubiera podido quitarles. A esta clase de perturbados mentales que son leptosómicos por su constitución y esquizotímicos por su tendencia se les llama *esquizofrénicos* y constituyen uno de los problemas más graves para la psiquiatría, pues es casi imposible modificar su conducta.

Del otro lado de la constitución anterior está la de los gordos o pícnicos los cuales tienen una amplia superficie corporal y entran fácilmente en contacto con el mundo exterior; por esto se les llama *sintonizados*. Por este nombre y por lo que hemos dicho del caso anterior nos damos cuenta que se trata de personas que captan fácilmente la realidad, que se ponen en contacto con el prójimo y que pueden llegar a una comunicación profunda con el medio que los rodea. La tendencia psicológica del sintonizado es la *ciclotimia*; las variaciones normales del medio ambiente determinan sucesivas bajadas y subidas en el humor de estos individuos, una ondulación permanente en su vida psicológica: unas veces están tristes, otras alegres, y el medio exterior condiciona su mente y su psicología.

Por sus características, entre los pícnicos están los políticos, los investigadores, los naturalistas, los hombres prácticos. Ejemplos de este grupo pueden ser: Isabel la Católica, Catalina I de Rusia, Napoleón, Mussolini, Churchill, Darwin, Mendel, Pasteur, Confucio, Buda, San Juan Bosco, Alejandro VI, Humbolt, Goethe, Bach, Vittoria Colonna. Personas prácticas, de gran sentido común, captan en el ambiente lo que deben hacer; más que tratar de imponer su punto de vista manejan la situación que encuentran de acuerdo con las circunstancias. Nunca un político gordo, y tenemos el caso de Mussolini, cuando es gobernante llega a los extremos a que puede llegar un delgado como el caso de Hitler, a pesar de que ambos vivieron la misma situación.

Cuando se desorganiza la mente de un sintonizado, de un ciclotímico, se produce una afección, la *psicosis* llamada *maníacodepresiva*, nombre compuesto que señala las dos crestas que proyecta el enfermo: el maníacodepresivo tiene un período de euforia y felicidad llamado manía y un período de tristeza que es la depresión.



PÍCNICOS



El otro tipo humano de que hemos hablado es el fuerte o atlético que tiene como característica el gran desarrollo de su sistema muscular, y ya sabemos que en los músculos están las terminaciones nerviosas del sentido cenestésico o de la contracción muscular la cual condiciona la sicología de estos individuos. Se caracterizan por una piel muy fuerte, y en el lenguaje popular se habla desde tiempos remotos de *gente de cuero duro* para indicar que son poco susceptibles a las agresiones del exterior. Necesariamente, serán personas muy hábiles en el orden del hacer, y por ser de constitución fuerte son resistentes. Grandes ejecutores de obras, tienen una gran movilidad debido a que se desplazan mucho por su desarrollo muscular; por esto a dicha constitución se le denomina también tipo motor. A su tendencia psicológica se le llama *epileptoide*, la cual no se debe confundir con la epilepsia, enfermedad que ya hemos descrito. Ejemplos muy importantes del tipo atlético tenemos en Santa Teresa o en San Pablo, grandes realizadores y viajeros infatigables cuyas obras valiosísimas perduran a través de los tiempos.

Biotipología y delitos. — A continuación de lo que hemos estudiado debemos detenernos en un aspecto muy importante de la criminología, y es la implicación del biotipo en el delito; esto nos sirve para encontrar un término medio científico entre los extremos en que se debate la criminología moderna. Hay dos escuelas: una llamada *clásica* que se preocupa por las repercusiones del delito en la sociedad, mira más a la víctima que al agresor. Otra escuela es la *positiva* que atiende más al agresor que a la víctima pues entra a considerar las causas que llevaron al criminal a cometer el delito. Cuando se habla de criminales no se trata del que haya cometido un delito ocasional sino del delincuente habitual al cual debemos considerar siempre como persona peligrosa, como un sicópata, un inadaptado social que quiere obtener los beneficios de la vida social por métodos prohibidos por la moral o la ley.

En estudios sobre miles de delincuentes, clasificados según su constitución física se encontró lo siguiente: entre cada 100 delincuentes 38% eran leptosómicos, 38% mixtos, 14% atléticos y 10% pícnicos. De acuerdo con los delitos los leptosómicos son ladrones, los atléticos son violentos, y entre los pícnicos hay muchos suicidas y son estafadores de gran agilidad mental; los displásicos parecen víctimas de un desarrollo biológico contrariado y en ellos hay predominio de ataques a la moralidad pública y privada.

Entre los atléticos existen fugas epilépticas; es clásico lo ocurrido con un director de policía de una nación europea, a principios de este siglo, que dirigía por las noches una banda de peligrosos ladrones y pudo comprobarse que lo hacía en fuga epiléptica, absolutamente inconsciente.

Análisis final. — Por todo lo dicho es claro que no podemos pensar en la superioridad de un tipo sobre otro, sino en su complementariedad. La vida social necesita de toda clase de manifestaciones del espíritu y del trabajo, y las ventajas que podamos ver en algunos grupos pueden implicar también inconvenientes de los que carecen otros. Por ejemplo, la tendencia a la superior vida espiritual del leptosómico contrasta con el personaje incómodo para la vida social que es el esquizotímico, y con la peligrosidad del esquizofrénico.

El pícnico o gordo es un hombre agradable, de gran sensibilidad social y espiritual; se sintoniza fácilmente con el prójimo pero tiene también el inconveniente de disolverse en el medio que lo rodea y perder muchas veces su ruta porque puede carecer de una voluntad suficientemente fuerte para impedirlo.

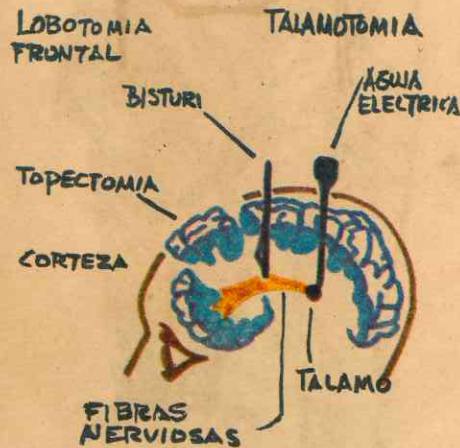
El atlético es un hombre fuerte, de salud robusta y gran ejecutor de obras. Así como el sintonizado maneja a los hombres con gran facilidad, el atlético maneja cosas. Muy activo, en ocasiones se deja manejar por otros con una inconsciencia asombrosa como sucedió con ciertos criminales de la segunda guerra mundial quienes al ser interrogados por sus delitos respondieron a los jurados que, sencillamente, ellos habían cumplido las órdenes impartidas y que no habían caído en la cuenta que se trataba de una conducta que los comprometiera personalmente.



LEPTOSOMICO

ATLETICO

PICNICO



CIRUGIA DEL CEREBRO

La conclusión que debemos sacar de todo esto es la necesidad que hay de orientar a las personas por medio de una educación acorde con sus aptitudes y características, para que den el mejor rendimiento posible a sí mismos y a la sociedad, y protegerlos por medio de una dirección psicológica adecuada; así, las desviaciones iniciales de la conducta serán tratadas y conducidas por caminos de normalidad para que con el tiempo no se conviertan en graves trastornos personales con desastrosas repercusiones en el orden social.

TRABAJO PRACTICO

Es fácil, entre compañeros que se conocen, hacer su clasificación dentro de los tres grandes grupos constitucionales. Con esta clasificación se aprecia rápidamente que las características físicas coinciden con las psicológicas respectivas. Debemos observar que la mayor parte de las mujeres son sintonizadas. Si los estudios se hacen entre gente mayor, hay que tener en cuenta a la persona cuando era joven, pues la alimentación, el ejercicio y otras circunstancias de la vida determinan modificaciones exteriores que pueden ocultar la verdadera constitución del individuo; para esto podemos utilizar retratos de la juventud del estudiado.

Enfermedades constitucionales. — Como lo hemos dicho, las grandes afecciones que dependen de la constitución individual son la esquizofrenia y la psicosis maníacodepresiva. Cuando la esquizofrenia representa un peligro para el enfermo o para el medio social y no han sido eficaces los tratamientos psiquiátricos ordinarios, se practica la *lobotomía prefrontal* que consiste en seccionar las conexiones del área prefrontal con el tálamo; para ello se introduce una perforadora a través del techo de la órbita para desplazarla como un sacabocado, o se cauteriza la región. Entonces viene la disminución de la angustia o agitación y los enfermos se hacen complacientes y agradables pero pierden la facilidad de concentración mental, les falta iniciativa y exhiben escasa capacidad de juicio y abolición del sentido moral.

La psicosis maníacodepresiva se trata con hospitalización estrechamente vigilada por el peligro de suicidio del enfermo en el período de depresión.

RESUMEN

La sicología se ocupa del estudio de la conducta o comportamiento del hombre.

La estructura interna y externa del organismo humano determina las funciones.

La conducta del hombre puede ser modificada y mejorada mediante la educación.

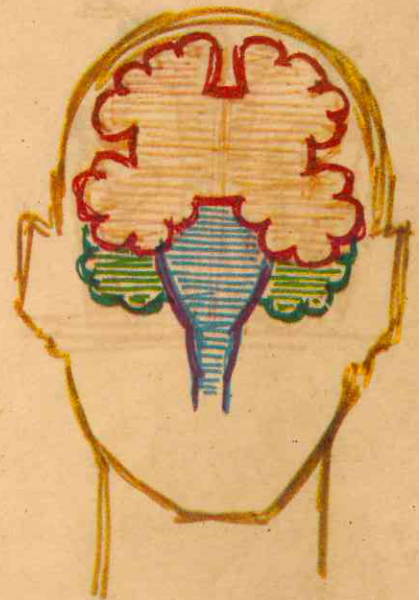
ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Kretschmer E., *Constitución y Carácter.* Hemos seguido en este capítulo la clasificación de este autor. Quienes se interesen en estos estudios pueden obtener en ella una orientación clara y fácil.

Lorenzini G., *Caracterología y Tipología.* Fuera de la clasificación que hemos adoptado en este capítulo, hay otras que se exponen en esta obra; muy sencilla y práctica, tiene aplicaciones también para la educación.

Ray J., *Psicofisiología.* Obra que trata de las relaciones entre la fisiología y la psicología, como su nombre lo indica, trata también de las relaciones entre los tipos humanos y las enfermedades.

CORTE FRONTAL MEDIO (ESQUEMA)



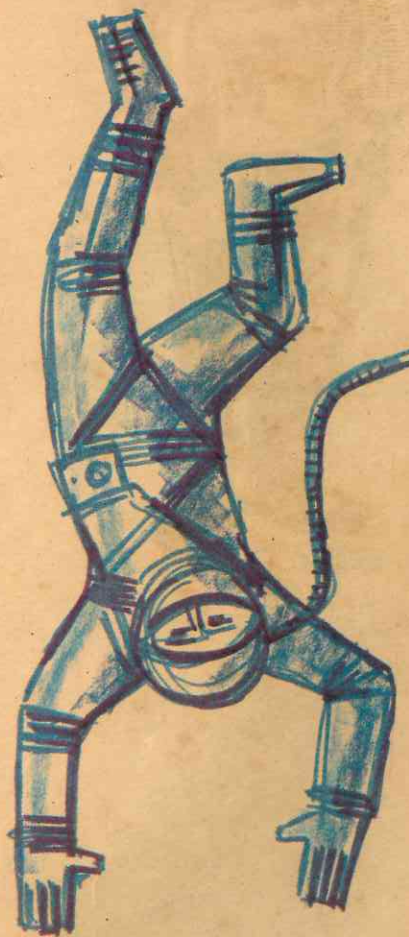


EL MEDIO BIOLÓGICO HUMANO

13. EL MEDIO BIOLÓGICO HUMANO

No podría quedar completo un libro de Biología Humana si no se hablara de la manera como vive el hombre, de su vestido, del lugar que habita, de lo que come, de sus manifestaciones artísticas, de su sociabilidad y de su obra a través de los siglos. Los libros de Biología nos dicen dónde viven los peces, los insectos y los mamíferos; diferencian los mamíferos acuáticos de los terrestres, las aves de alto vuelo de las que apenas vuelan y describen el modo en que la araña hace su tela y las abejas su panal, pero no nos informan de la vida del Hombre ni de su obra en la sociedad humana.

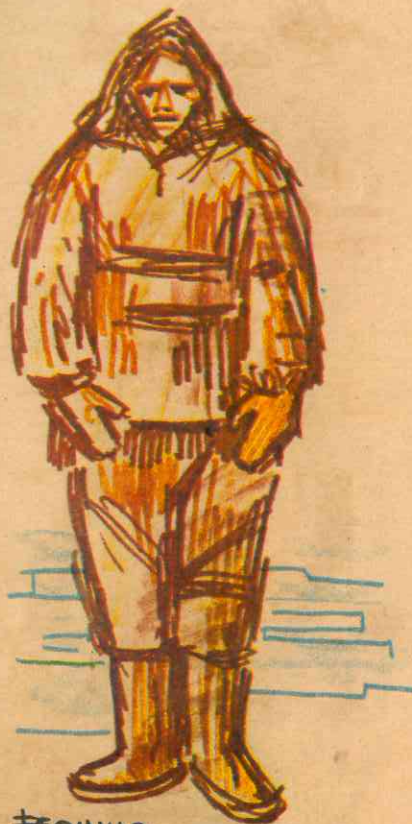
El medio biológico humano. — El hombre vive sobre el suelo y rodeado de *aire*, de él toma el oxígeno que necesita para su vida y a través de él se desplaza dentro de límites bastante reducidos. No puede vivir dentro del agua, y si lo hace es artificialmente por el suministro de aire que le proporcionan a través de instrumentos especiales que no le permiten bajar al fondo marino sino unos pocos centenares de metros. Tampoco puede vivir más allá de los 4.000 metros de altura, y cuando hace exploraciones en cohetaría es porque tiene condiciones artificiales que le suministran el oxígeno y la presión suficientes para sobrevivir.



El vestido. — Dentro de los vertebrados el hombre es el más desprovisto de elementos protectores contra el frío. No tiene escamas como los peces ni plumas como las aves, y muy pocos pelos en que abundan los mamíferos. Por lo tanto, el vestido es una prolongación de lo biológico y el hombre lo necesitó desde el principio de su existencia sobre la Tierra; las condiciones de temperatura en las glaciaciones hubieran exterminado la especie si el vestido no la hubiera protegido. Este fue primeramente de piel de mamíferos, en especial de aquellos que tenían mayor cantidad de pelo como las ovejas. En la actualidad, grupos humanos habitantes de Laponia llevan esos vestidos tradicionales cuyo uso por el hombre se ha prolongado por cerca de 1.000.000 de años. Cuando las condiciones de temperatura fueron menos violentas, el hombre utilizó cortezas de árboles y otros tejidos que se ingenió para protegerse del frío ya menos agresivo, hasta que, lanzado a las llanuras africanas en condiciones climáticas favorables y aún paradisíacas porque durante el día y la noche hay más o menos la misma temperatura, fue abandonando el vestido y por la desnudez se pigmentó su piel como hemos observado en otra parte.

Complemento del vestido es el sombrero que protegió inicialmente al hombre contra el frío, y más adelante contra el Sol. Este aditamento llegó hasta la Edad Media cuando el medieval europeo conservó el vestido pero fue abandonando el sombrero. Lo que sí necesitó siempre el hombre fue el zapato, pues la planta humana es la más desprotegida en comparación a la de cualquier animal, y sólo la miseria y la evolución social regresiva de muchos grupos humanos lo ha llevado a volver a poner el pie en tierra; estar descalzo se considera como uno de los mayores signos de miseria.

La habitación. — El vestido, el zapato y el sombrero no fueron suficiente protección para el hombre el cual buscó refugio en las cavernas naturales cuando en el Paleolítico compartió con los animales esa protección contra el frío, la lluvia y otros accidentes, en las largas noches de invierno. En Europa y Asia vivió el hombre en estas cuevas por lo menos durante me-



ESQUIMO

dio millón de años, en ellas hizo su vida social, y fue allí donde manifestó sus primeras creaciones artísticas cuyos restos se encuentran sobre todo en cavernas de Francia y España.

Cuando las condiciones de temperatura fueron más benignas el hombre fabricó casas; al principio, seguramente consistieron en trozos de madera recostados contra las peñas y recubiertas con hojas de árboles para protegerse contra los elementos de la naturaleza: eran, pues, una modificación artificial y sencilla de la caverna primitiva. Estas chozas, a veces, fueron construidas en las copas de los árboles para favorecerse de las fieras, y a orillas de los lagos aparecieron ciudades lacustres con fines de protección no sólo de animales agresivos sino también, posiblemente, de congéneres peleadores y envidiosos.

Mucho tiempo permaneció el hombre en condiciones tan precarias de habitación que, en el Neolítico, construyó casas de calicanto, de ladrillo y de piedra, ha llegado a las construcciones monumentales de las grandes ciudades de la Antigüedad como Babilonia y Nínive, el palacio de Knossos en Creta, la muralla china y los Jardines Elevados de Babilonia, las Pirámides de Egipto, la Acrópolis de Atenas, las pirámides de Teotihuacán en México y la ciudad del Cuzco en el Perú.

A fines de la Edad Antigua y principios de la Edad Media decae la arquitectura y, con raras excepciones, las ciudades se tornan modestas e incómodas, sin servicios, pequeñas en su mayor parte. Las grandes desaparecen y son reemplazadas por aldeas casi provisionales a lo largo y ancho de todo el mundo habitado de esa época. A fines de la Edad Media y principios del Renacimiento, en Europa comienza nuevamente el florecimiento de las ciudades con mejores técnicas de construcción, debido a la mayor riqueza y a un desarrollo económico que en gran parte se expresó en obras públicas como las catedrales medievales y las ciudades del Renacimiento con sus magníficos palacios, sin contar las grandes construcciones de los árabes que embellecieron el sur de España.

Pero tenemos que llegar a los últimos 300 años, y sobre todo a nuestra época, para apreciar la arquitec-

EVOLUCION
DE LA
VIVIENDA

tura que ha creado la ciudad moderna con servicios higiénicos, de transporte, de distribución comercial, etc. que hacen la vida cómoda y agradable; en ella los palacios gubernamentales, las casas y el apartamento de propiedad horizontal le han dado al hombre morada digna.

La alimentación. — El primitivo se alimentó al principio con las frutas que un instinto ancestral le enseñaba que eran agradables y no los perjudicaban; además, como carnívoro que era, cazaría pequeños mamíferos con trampas y flechas los cuales les facilitarían carne, y pescaría en los alrededores de su habitación en lagunas, ríos o mares, peces para su alimentación. Esto debió durar largo tiempo hasta cuando una mejor organización de la familia y el aumento de ella obligó a las mujeres a permanecer en casa mientras el varón se dedicaba a sus labores de caza y pesca para obtener alimento. Las semillas de las frutas que consumían eran lanzadas en los alrededores en donde la mujer hizo el descubrimiento más extraordinario desde que existen hombres sobre la Tierra, y fue que de las semillas crecían árboles que producían nuevos frutos; esto inició la agricultura y la racionalización de los alimentos.

Posteriormente, al crecer las zonas habitadas se necesitó almacenar los alimentos lo cual trajo enormes dificultades que muchos países no pudieron superar. Aún hoy, por ejemplo en la China, sólo el avión y el helicóptero han permitido poner al abrigo del hambre muchos grupos humanos; hasta hace pocos años las hambruras durante el invierno ocasionaban la muerte de poblaciones enteras. Hubo otros pueblos como el egipcio antiguo, que adquirieron cierta técnica de almacenamiento en *silos*, pero con la decadencia de la civilización egipcia desapareció el sistema que no ha podido ser reconquistado sino en modestas proporciones, y el silaje actual no guarda proporción con las necesidades; hoy los alimentos ensilados se deterioran y se incendian.

La industria del *enlatado* facilita la conservación de alimentos aún por años; sin embargo, estos pierden vitaminas que pueden sustituirse con productos sintéticos; y la industria de enlatados es relativamente modesta y muy costosa en comparación con las necesidades.



DIBUJO DE LOS AUSTRALIANOS
"CAZADOR DE CANGUROS"

El mundo actual, con una población creciente y con dificultades de orden técnico y religioso que impiden la racionalización del crecimiento humano, espera con ansiedad que se llegue a la *fotosíntesis artificial* en los laboratorios, para fabricar alimentos a partir de la energía solar o de la energía atómica y se le facilite al hombre de manera indefinida; así se evitará el corto tiempo gran parte de la humanidad se da al hambre y a la desesperación.

La comunicación. — El hombre como ser social está condicionado por el uso del *lenguaje articulado*. No habría sido posible la existencia humana por largo tiempo ni su adelanto ni mucho menos la civilización y la cultura actuales, u otra mucho más modesta, sin la utilización de la palabra que es el instrumento humano por excelencia. Inicialmente fue el grito del animal en la selva, que todavía oímos, por medio del cual se comunican sus impresiones, dan cuenta de su presencia o de los peligros inminentes o de los lugares donde hay comida. Pero la condición propiamente humana está vinculada al uso del lenguaje que al irse desarrollando llegó hasta un punto bastante aceptable que permitía una comunicación muy completa para las necesidades de la época, y de grupos pequeños y no muy adelantados.

Unos mercaderes fenicios y otros chinos, por las necesidades de su comercio, inventaron sistemas de símbolos que permitían conservar, grabados en ladrillos y posteriormente escritos en papiro, las cuentas de su negocio y los mensajes comerciales dirigidos a sus vecinos o alejados colegas. Es lo que conocemos acerca de este hecho, pero el lenguaje es, seguramente, un problema mucho más complejo y anterior pues existen centros de este lenguaje que no han podido formarse en 1.000.000 de años; tenemos que retroceder posiblemente a antecedentes de los mamíferos, cuyo mecanismo cerebral desconocemos, para investigar cómo podemos transmitir por medio de signos nuestras ideas, aún las más abstractas.

Un medio primitivo de comunicación fue el sistema de *postas*, hombres que llevaban mensajes, inicialmente de manera verbal como lo hacían los mexicanos a la llegada de Cortés; estos estacionaban un hombre cada 200 metros en toda la extensión del impe-



SEÑAL
SONORA



IDEOGRAMAS SUMERIOS
3000 A.D.C



IDEOGRAMAS
Y SEÑALES
MODERNAS

rio, y cualquier noticia que afectara sus fronteras era llevada por el primero a carrera abierta hasta el siguiente, y así sucesivamente hasta la capital, pues no tenían mamíferos grandes para montarlos. Los mexicanos no tenían lenguaje escrito.

En la civilización antigua, se establecieron *correos* que llevaban tablillas escritas y luego, cuando los egipcios descubrieron el papiro, enviaron cartas; los sistemas de comunicación en el mundo fueron creciendo con los avances de la civilización y el comercio, y el papel simplificó y amplió el sistema; y desde aquellos remotos tiempos el hombre envió *mensajes aéreos* por medio de palomas.

Durante el siglo pasado se inició el mayor avance que ha habido en las comunicaciones con el descubrimiento del *telégrafo* y el *teléfono*, inaugurados en Colombia durante la administración Murillo Toro, luego fueron progresando en el mundo hasta extenderse *cables submarinos* que transmiten mensajes intercontinentales. Por medio de *barcos* y *aviones* se ha completado el servicio. Después de la primera década de este siglo la *radio*, y últimamente la *televisión*, han mejorado las comunicaciones de tal manera que cualquier suceso que ocurra es conocido en todo el mundo unos minutos después.

La mano del hombre. — Por todo lo que estamos viendo nos damos cuenta que, fuera del instrumento propiamente humano que es la palabra, el hombre utilizó sus manos que lo habilitan para emplear instrumentos artificiales y comenzar a crear su obra sobre la Tierra. Esta se inicia con lo que se llama las industrias; la primera de todas se conoció en el Paleolítico cuando el hombre utilizó *pedras* sin pulir que le servían para derribar árboles, para cazar y para defenderse del prójimo o atacarlo. Luego pulió estas piedras rozando una contra otra y, aunque el servicio que prestaban era el mismo que las anteriores, el pulimento les daba una condición humana del trabajo vinculado a ellas; sus restos en toda la Tierra nos indican la existencia de hombres preocupados no solo por la utilidad sino por la belleza.

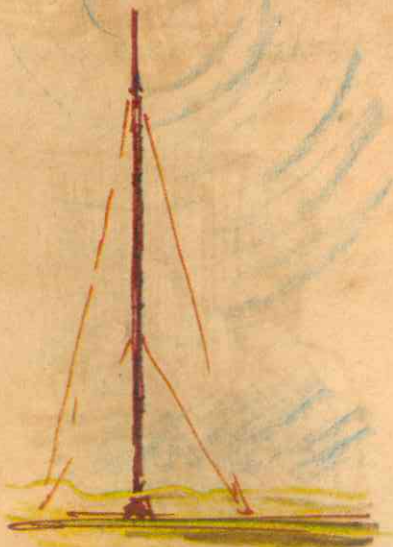
Frotando piedras o algunos trozos de madera, el hombre primitivo observó que se calentaban, y luego que la madera ardía. Pronto debió darse cuenta que



CORREO



TELEGRAFO



RADIO

las carnes de los animales eran más agradables al paladar y más fáciles de comer para los niños y ancianos si habían sido puestas al fuego previamente. Así comenzó el uso del *fuego*.

Simultáneamente con las piedras el hombre debió utilizar *balancas*, que también usan los antropoides, las cuales se servían para rodar cantos o troncos de árboles pesados que necesitaba transportar para fabricar, construir puentes y otros menesteres.

De épocas remotas a la mujer se le ocurrió manejar unos *palillos* para hilar la lana con la cual tejería vestidos más prácticos, más cómodos y más elaborados que la simple piel de cordero; después, al hilar con la *rueda* manual esta lana, inició la industria del tejido, una de las más primitivas y útiles para el hombre.

La *rueda* debió ser descubierta por el hombre cuando puso un tronco o una piedra sobre otro tronco, y el peso del primero fue más fácilmente llevado sobre el segundo que daba vueltas. No sabemos cómo se inventó en un momento la manera de utilizar ruedas que pronto le servirían para toda clase de usos, entre ellos tornos para la cerámica, industrias muy primitivas, y pequeños tornos para la rueca. Pronto debió descubrir también que la rueda le servía para fabricar carros de guerra y para llevar catapultas hasta las murallas de las ciudades vecinas con las cuales lanzaba piedras enormes dentro de las ciudades sitiadas.

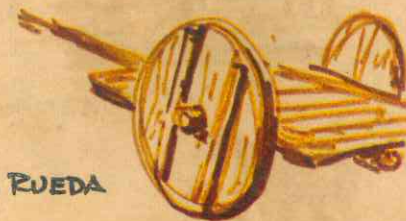
Por la misma época el hombre hizo *arcos* y *flechas* que le sirvieron inicialmente para la caza y para agredir o defenderse de otros hombres.

Por lo que llevamos dicho nos damos cuenta que las grandes industrias de la Antigüedad están vinculadas a hacer vestidos y a promover la guerra.

El transporte. — Debemos agregar el transporte como uno de los medios de comunicación. Inicialmente en grandes *recorridos a pie* el hombre salió de un ámbito muy local para descubrir regiones más ricas, de mejor caza, más fáciles para la agricultura o más seguras contra la agresión de sus enemigos; estos grandes recorridos a pie inician el conocimiento del medio que rodeaba al hombre.



EL FUEGO



LA RUEDA



EL TELAR

TRANSPORTE



FUERZA MUSCULAR
HUMANA



FLOTACION



FUERZA
ANIMAL



FUERZA
MECANICA

292 —

Por una u otra circunstancia algunos individuos sirvieron de *cargueros* hasta que el hombre domesticó *mamíferos grandes* para el transporte animal. Luego, una vez descubierta la rueda, se sirvió de la *carreta* y del *carro* de ruedas: la carreta empujada por el mismo hombre y el carro de ruedas uncido a un animal. Hoy, todavía tenemos en Laponia el *trineo* que es un deslizador halado por perros, muy útil en los inviernos cuando el hielo impide el paso de cualquier otro vehículo.

Desde la Antigüedad los hombres utilizaron *balsas* y *canoas*, y luego grandes *embarcaciones* movidas por remos o provistas de velas que, impulsadas por el viento, permitían la movilización por ríos, lagos y mares.

El caballo, el asno, la mula, el elefante, el camello y el dromedario, y la llama del Perú han prestado siempre los mejores servicios en el transporte.

Varios siglos antes de Cristo el hombre empleó los *carros de rueda* especialmente con fines bélicos, pues ponían al guerrero rápidamente en actitud de agresión y con posibilidades de retirarse a tiempo, fuera del efecto psicológico que producían en un enemigo a pie.

Pero el gran desarrollo de los transportes se inició con el establecimiento del *ferrocarril* el cual, movido por calderas de motor, lleva sobre un enriado una serie de carros con capacidad muy grande de transporte. Igualmente estas calderas se aplicaron a *embarcaciones*, y hoy los grandes trasatlánticos surcan los mares.

Desde fines del siglo pasado, el motor de explosión aplicado al *automóvil* hizo el transporte más rápido y más cómodo aunque más costoso.

A principios de este siglo, después de la primera guerra mundial, el *avión de hélice* y el *avión de propulsión a chorro* cruzan todas las líneas del espacio en uno y otro sentido. Y actualmente, por medio de *cohetes*, el hombre vigila el espacio y lo estudia para viajes a la Luna. Ignoramos cuántas sorpresas nos depara el porvenir en este sentido.

— 293

RESUMEN

El hombre vive rodeado de aire, del cual obtiene el oxígeno indispensable, necesita protegerse de las inclemencias del clima mediante el vestido y la habitación, alimentarse para subsistir, comunicarse e utilizar sus manos para crear instrumentos que permitan el desarrollo económico y cultural.

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

Para este capítulo y el que sigue podemos hacer lecturas en las siguientes obras.

Chauchard Pedro, *Sociedades Animales y Sociedades Humanas*. Esta obra, muy fácil de leer, nos orienta acerca de las relaciones que existen entre los grupos animales y las sociedades humanas.

von R., *Estudio del Hombre*. Estudio de los factores que influyen en la formación de la vida social en los orígenes de la humanidad y en los principios de la historia.

Durant W., *Nuestra Herencia Oriental*. En la primera parte de esta obra se indican los posibles orígenes de la civilización humana. Es el primer tomo de una obra monumental que se llama *Historia de la Civilización*, que abarca desde las civilizaciones primitivas de Egipto y Asia Menor hasta los tiempos napoleónicos.





EL MEDIO SOCIAL

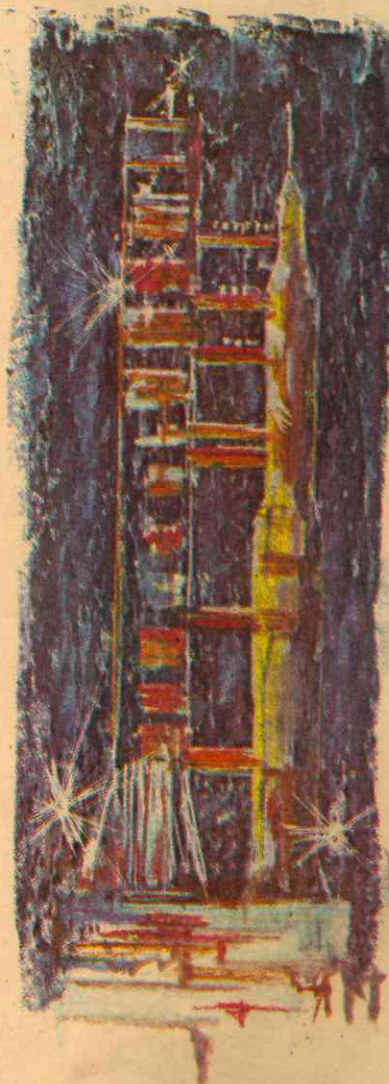
14. EL MEDIO SOCIAL

Para los animales superiores, y especialmente para el hombre, el vivir en grupo o en sociedad es necesario en primer lugar como medida de defensa contra un ambiente hostil, y en segundo lugar como posibilidad de desarrollo individual. Este desarrollo trae la evolución social, y en un medio cada vez más elevado el individuo tiene mayores posibilidades de progreso; todo esto dentro de una espiral que estudiamos a través de la Historia desde las familias y tribus del Paleolítico y los imperios de la Antigüedad hasta el Estado moderno en donde la técnica, la cultura y las posibilidades de superación individual han alcanzado su más alto grado.

Lo que aquí nos interesa es el fundamento biológico de la sociedad humana pues la sociedad en sí misma se estudia en la Sociología y en la Historia, ciencias a las cuales remitimos a nuestros lectores.

Asociación biológica. — Hemos hablado en otro capítulo de la tendencia de la materia a unirse, que es el principio fundamental de toda la evolución. Así como los átomos tienen esa tendencia las células también la manifiestan de acuerdo con la ley física de atracción según la cual las masas se atraen en razón directa de sus pesos e inversa al cuadrado de la distancia que las separa.

Además hay fuerzas de orden químico y eléctrico que facilitan esta atracción, y aunque el proceso es muy complejo lo vamos a esquematizar así: ciertos elementos por razón de su estructura tienen mucha afinidad hacia otros; en razón de las cargas eléctricas que adquieren los cuerpos en movimiento, los que tienen electricidad positiva repelen a los de la misma carga y atraen a los de carga contraria. Hay, pues, en juego, una serie de fuerzas diferentes que al combinarse determinan las leyes fisicoquímicas en que se basa la evolución de la materia y la evolución biológica.



LA ERA ESPACIAL

CILIADOS
(PARAMECIO)



ESPONGIARIOS



CELENTEREOS



La primera consecuencia la encontramos en los grupos más bajos de la evolución vegetal y animal, cuyas células forman colonias en donde unos grupos se dedican a unas actividades y otros a otras en beneficio del grupo. Es lo que se llama la división del trabajo, fundamento de la vida social. En la sociedad humana no es concebible que todos sean presidentes de la república o todos agricultores o todos ingenieros o todos obreros. Se necesita que haya directores de la vida social, coordinadores de ella, gente que trabaje en la agricultura, en la distribución de los bienes lo cual es el comercio, etc.

En la vida animal el primer ejemplo de esta asociación para la defensa y el progreso está en las esponjas. Igualmente, en los celentéreos o pólipos que forman los arrecifes coralinos se observa el mismo proceso, hasta que desembocamos en los gusanos que ya son animales propiamente dichos cuyas células no están asociadas de manera espontánea para la formación de la estructura biológica sino que desde el nacimiento están predeterminadas para las diversas funciones.

Por la línea de los invertebrados encontramos los insectos, en uno de sus extremos de evolución, con la diversificación que pide una asociación compleja. En los animales no sólo las células están predeterminadas a desempeñar sus propias funciones sino que los individuos de cada estrato social realizan necesariamente un oficio en la sociedad animal, del cual no pueden desprenderse. Las reinas son reinas, los zánganos no trabajan y las obreras trabajan desde el primero hasta el último día de su vida sin que dentro de lo normal, por lo menos, haya variación a este reglamento. Es lo que diríamos una sociedad muy estratificada en donde nunca una obrera podrá aspirar a ser reina.

Si repasamos las líneas iniciales de los vertebrados encontramos que los peces viven habitualmente en bandadas y los pescadores conocen los bancos de sardinas para sus pesquerías. Es evidente que al unirse los animales por especies tengan más posibilidades de defensa; la condición de la mayoría de los peces de poner huevos que son fecundados por los machos en los nidos, pide que estos huevos estén cercanos para que se facilite dicho proceso. Además vemos que

en los invertebrados, en los peces y en los anfibios, cada hembra pone una cantidad fantástica de huevos pues la misma tendencia a la unión trae en estos animales una tendencia fatal para la especie y es que, con mucha frecuencia, se comen sus propios huevos y sus hijos pequeños. Las especies quedan muy limitadas por el canibalismo, palabra que expresa este fenómeno.

A partir de los reptiles, las aves y los mamíferos no conocen el canibalismo como fenómeno normal, es decir, el consumo de individuos de la misma especie para alimentarse hasta que, por ley atávica, llegamos al hombre. Ya hemos definido el atavismo como un fenómeno según el cual en sucesores remotos aparece una característica que tuvieron lejanos antepasados. El hombre ha hecho al hombre la guerra desde el principio de su existencia, más de una vez se comió a alguno de sus enemigos, y hoy continúa el flagelo bélico entre las naciones sin que se vea cercano el fin de esta característica desgraciada que heredamos de seres tan bajos en la evolución biológica como los peces y los depredadores y crueles insectos.

La familia, la tribu y el clan. — En la iniciación de la historia de la humanidad aparecen grupos repartidos desde el sur de Africa hasta el oriente asiático pasando por el estrecho de Suez y por debajo de los Himalayas. En esta línea encontramos los restos de los hombres más antiguos que ya encendían fuego para preparar sus alimentos, seguramente utilizaban un lenguaje articulado por rudimentario que lo supongamos, y montaron la primera industria de que se tenga noticia, la de las hachas de piedra con las cuales cazaban, cultivaban la tierra y, en ocasiones emplearían contra su prójimo un poco más rico o más desprevenido.

A juzgar por las sociedades primitivas que hoy se encuentran en las selvas de América del Sur o de Africa, o en grupos que viven en Asia, en Laponia o en Oceanía, consideradas en evolución regresiva, al tomarlas en conjunto debemos suponer que se asemejan mucho a lo que fue la humanidad cuando estaba en su etapa mínima de desarrollo, dadas las características psicológicas básicas de la especie humana a través del tiempo y el espacio.

PLATELMINTOS



ANELIDOS



CRUSTACEOS



INSECTOS



PECES



REPTILES



AVES

Desde luego, la biología lo exige, la primera célula social humana es la unión del hombre y la mujer para formar la familia. La familia en el hombre primitivo del Paleolítico o en el evolucionado de principios del Neolítico o en el hombre primitivo actual o en el civilizado de nuestros días, es la célula social fundamental en la que se desarrolla el niño y dentro de la cual tiene que permanecer mucho tiempo para poder subsistir, pues el hombre gasta como mínimo una tercera parte de su vida preparándose para independizarse de la protección familiar. El hombre primitivo le enseñaría a su hijo a tallar las piedras, a cazar y a pescar y, más avanzado el tiempo, a cocinar los alimentos, a cultivar la tierra, a fabricar lanzas, arcos y flechas, y a hilar la lana para hacer vestidos más cómodos.

Por razones de vecindad, de comodidad o de defensa se formaron grupos familiares llamados tribus y, más adelante, reuniones de tribus llamadas clanes. En estos seguramente habría un jefe, el más viejo, el más vivo o el más hábil que a manera de cacique representaba la comunidad y la dirigía por caminos de progreso aunque muchas veces, según la opinión de clanes vecinos menos bien armados, por vías de agresión.

El motor de la evolución social. — A partir de lo que hemos estudiado en Biología Humana, primero acerca de la formación y automatismo de los diversos órganos y luego sobre la integración biológica a través del sistema nervioso y del sistema hormonal, y las características de memoria biológica que tienen tanto las células como los individuos, especialmente notables en la célula nerviosa, vemos que hay un cierto automatismo que impulsa la biología hacia la socialización o unión de células o individuos o grupos sociales para la defensa y el desarrollo.

Insistimos en lo de la memoria. Esta memoria biológica o capacidad de almacenamiento de información y posibilidad de reproducción de lo ya está fijado en la célula de manera congénita o aprendida, según lo estudiamos en los parágrafos sobre los reflejos, determinan en todo el orden biológico, y especialmente



FAMILIA PRIMITIVA



CRÓMOSOMAS DE DROSOFILA Y FILAMENTO POLINUCLEÓTIDO

en el hombre, la aptitud para el aprendizaje que le sirve para aplicar la experiencia ajena a la solución de sus propios problemas. Esta capacidad de aprendizaje en el orden de la cultura se llama la tradición cultural que grupos o sociedades más avanzadas legan y facilitan a sus vecinos y sucesores para formar aquel patrimonio cultural que la humanidad va pasando de generación en generación.

La Civilización Antigua. — Si estudiamos cómo ha sido la evolución de la sociedad a partir primero de la familia, y de la tribu y el clan que consideramos como la siguiente etapa de esa evolución, encontramos la primera manifestación del desarrollo social en los imperios de la Antigüedad que corresponden a las grandes civilizaciones del pasado: el egipcio, el sumerio, el indú, el chino, el babilonio, el persa y, antes y después de la era cristiana, el griego y el romano, y los poderosos imperios antiguos de la América Central y del Perú.

Los imperios antiguos son un eco amplificado del clan primitivo y nos recuerdan, desde el punto de vista biológico, las sociedades de los insectos con sus reyes y sus reinas que, en uno y otro caso, parecen predeterminados por la naturaleza o por voluntades extraterrestres para gobernar a sus congéneres, hacerse servir de ellos y formar ejércitos para aniquilar al vecino. En aquellas lejanas sociedades el rey recibe el homenaje y hasta la adoración del súbdito, y es el jefe de la guerra; el soldado es el obrero que en los ratos que le deja libre el ejercicio de la guerra construye aquellos famosos monumentos de la Antigüedad a los cuales hicimos alusión en el capítulo anterior.

Y desde el principio de los tiempos los varones hicieron la Historia. Las civilizaciones han sido siempre masculinas y media humanidad, la mujer, las ha sufrido. Desde que hubo escritura los varones escribieron la Historia y eso explica que hayan sido tan ampliamente favorecidos. La esperanza para el porvenir es que la mujer continúe adquiriendo los derechos que le corresponden y cumpla con las obligaciones que le impone su condición de representar la mitad de la humanidad, y en el futuro la Historia se narre por la humanidad entera.



EGIPTO



MESOPOTAMIA



MAYA



GRECIA

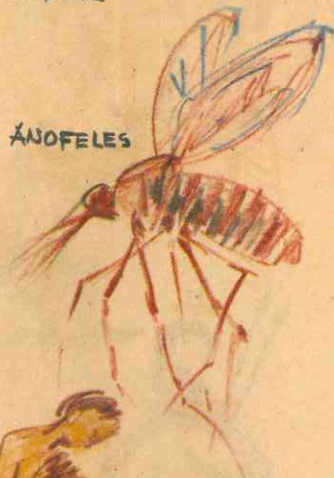
Pero no todo fue oscuro en el mundo antiguo. Hubo unas naciones, y unas épocas para esas naciones, y unos hombres en esas épocas que prepararon un cambio de mira y, por tanto, un cambio en el medio social humano. Hombres como Confucio en la lejana China, como Buda en la India, como los profetas de Israel en el Cercano Oriente, como Homero, Sócrates, Platón y Aristóteles en la maravillosa Grecia; todos ellos y muchos más entre los siglos IX y IV A. C. iniciaron, dentro de las dificultades que son de suponer, una transformación cuyos resultados sólo aparecieron muchos siglos después.

¿Por qué falló y fue destruída la Civilización Antigua? Como este no es un libro de Historia sino de Biología debemos detenernos en los fundamentos biológicos que llevaron la civilización antigua a la ruina. Fueron dos: primero, la guerra que consumía gran parte de las energías producidas por el desarrollo social; el vencedor imponía la ley de muerte, y el genocidio o destrucción de poblaciones enteras fue arma corriente de conquista. Y segundo, por aquellas ironías que el investigador profundo de la Historia debe leer en el fondo del desenvolvimiento de esta, un insecto que puede ser el símbolo social de la civilización antigua por su despiadada crueldad para con sus congéneres, transmitió de hombre a hombre la enfermedad que ha causado más trastornos a través de los tiempos: el paludismo. Hemos observado en su lugar cómo el desarrollo de la civilización, el calentamiento de la Tierra en el Neolítico y las talas de los bosques que disminuyeron la precipitación acuosa y contribuyeron también a elevar la temperatura de la Tierra, facilitaron el desarrollo del mosquito transmisor del paludismo y adaptaron el protozooario a la biología de este animal. Las picaduras del mosquito al hombre acabaron de arruinar la Civilización Antigua.

Pero fuera de tantas desgracias, heredamos de aquella civilización el bagaje espiritual, doctrinas dejadas por aquellos hombres singulares y por tantos otros que podríamos agregar a la lista, semilla que germinó lenta pero seguramente la cual, aunque en un principio permaneció como latente u oculta y con escasas manifestaciones, después de siglos comenzó a desarrollarse para formar el medio social en que debía trabajar el hombre moderno.



LA GUERRA



ANOFELIS



EL PALUDISMO

La formación del Mundo Moderno. — La transformación se hizo a partir de unos grupos humanos procedentes del centro asiático que invadieron varias veces a la China y a la India, y después pasaron a Europa donde acabaron de destruir lo que quedaba del Imperio Romano; por el sur, un poco después, a partir del siglo VII de nuestra era, los inquietos árabes presionaron en media luna a Europa y le llevaron desde el Asia elementos culturales y el cristianismo, como fermento, impuso y modificó el medio social para formar naciones modernas.

El Mundo Moderno se compone, pues, en primer lugar de la civilización europea traída a América desde el siglo XVI, civilización que proviene, desde el punto de vista biológico, de los pueblos bárbaros y del resto de pueblos europeos que se mezclaron con aquellos; y desde el punto de vista cultural, de la tradición bizantina que fue el último baluarte en caer en manos de los árabes y que aportó al mundo occidental una teología y el derecho romano del cual fue dependiente. En segundo lugar, de la evolución mucho más lenta de la India y de la China, y en tercer lugar del pueblo árabe a pesar de su estancamiento después de haber sido vencido en Europa en el siglo XVI.

La evolución del Extremo Oriente fue muy lenta y sólo a mediados del siglo pasado el Japón adoptó el propósito de occidentalizarse para entrar en la corriente de la civilización moderna. El imperio árabe comienza a dar muestras de renacimiento, y la península asiática y China surcan caminos de desarrollo.

Desde el siglo XIV comienzan a formarse las naciones europeas que alcanzan un nivel económico y cultural como nunca había tenido el mundo, pero sin olvidar las antiguas categorías de esclavitud y agresividad que ayudaron a dar al traste con la Civilización Antigua. El desarrollo de la higiene produjo benéficos resultados en la lucha contra la infección y contra el paludismo y, a mediados del siglo pasado, el florecimiento de las ciencias naturales, especialmente de la Medicina, ha protegido al hombre contra la agresión de la bacteria, el protozooario y el gusano, grandes enemigos del hombre que hacen válido el dicho de que no hay enemigo pequeño.

LOS
COMIENZOSEL
MUNDO
MODERNO

Los emperadores antiguos fueron caricaturizados por los reyes modernos y sus soldados trataron de dar fuerza a los reinos, pero ya fue imposible formar imperios suficientemente estables como muchos los desearon (pensar en Carlomagno y en Napoleón), pues los nuevos imperios duraban tanto como la vida de sus fundadores y se dividían rápidamente a la desaparición del jefe. Este fenómeno determinó la formación de la nación moderna, mucho más modesta en su extensión territorial pero que encontró una manera de hacerse grande colonizando zonas que le permitieron una expansión y un poder político y económico que la sentara a la mesa de los pueblos grandes.

De ahí resultó la colonización americana como el primer ensayo para formar un gran imperio. Cuando los españoles llegaron a América, y luego los ingleses y los franceses, encontraron grupos que estaban en plena decadencia; unas veces, como en el caso de México, el Perú y Paraguay, se trató de mantener la cultura indígena pero otras acabaron con el resto de ella. En general, podemos decir que parte importante de la civilización americana es civilización europea traída y desarrollada por europeos en América. Inmediatamente después África sufrió el contagio que en los pueblos europeos trajo el deseo de imitar a España, con los fatales resultados que el colonialismo ha dejado a ese continente y del cual no se ha escapado parte importante del asiático.

El panorama actual del medio social en que vive el hombre podemos resumirlo así: Asia comienza a despertar de un letargo secular, y el desarrollo de sus pueblos seguramente alcanzará en poco tiempo un alto nivel, si superan los problemas de población o aumentan su producción de alimentos y de energía eléctrica, y si aprovechan los recursos naturales.

En África, después de la segunda guerra mundial, varias docenas de Estados han nacido. La independencia nacional es el primer paso dado hacia un desarrollo autónomo y digno.

América Latina con sus recursos pero con sus problemas mira con esperanza realista el presente para poder superar sus dificultades de población y baja productividad, en un esfuerzo que ya está haciendo y que todos esperamos, con angustia pero con entusiasmo, que sea eficaz.



LOS IMPERIOS

Y las naciones poderosas de todo el orbe con sus enormes recursos naturales, con su extraordinaria productividad y su desarrollo cultural, están en la encrucijada de resolver si abandonan el nacionalismo intransigente y sus colonias políticas y económicas, que todas las grandes naciones tienen, o lanzan al mundo, tras ellas, a una pavorosa tragedia de guerra y destrucción.

La democracia. — La democracia moderna por débil que la veamos, por inconvenientes que le encontremos debido a dificultades de orden práctico para realizarla, y por agresiones que contabilicemos en el inmediato pasado y actualmente contra su desarrollo, es un medio biológico adecuado a la condición humana y a su dignidad. En ningún caso el ideal democrático es todo, pero es el mínimo necesario para poder hacer de la Tierra una morada digna para el Hombre.

Las Naciones Unidas. — Una organización internacional, la Liga de las Naciones, después de la primera guerra mundial fracasó estruendosamente pero fue el primer esfuerzo serio que hizo el Hombre por superar el canibalismo primitivo y la agresividad atávica que heredó de remotos antepasados.

Después de la segunda guerra mundial se organizaron las Naciones Unidas como un intento, esta vez más feliz, de alcanzar la tan deseada paz mundial. Los resultados obtenidos hasta ahora son excelentes pero, desde luego, en los últimos años no han cesado las agresiones de los países grandes contra los pequeños, bajo toda clase de pretextos. De todas maneras esta organización internacional es el más extraordinario monumento elevado por el Hombre de todos los tiempos, y su actividad eficaz debe perdurar, con las modificaciones a que haya lugar, mientras este planeta esté habitado por el Hombre: es conveniente y se necesita porque nada indica que la naturaleza y la psicología humanas, presionadas por tantos atavismos desafortunados, vayan a cambiar en mucho tiempo.

Los fines primordiales de las Naciones Unidas así como la actividad de todo hombre de buena voluntad

EDIPO Y LA ESFINGE



VASO GRIEGO
(SIGLO V A.D.C)



LAS NACIONES
UNIDAS

deben dirigirse con suma urgencia y desvelado interés a obtener los siguientes bienes:

Primero: preservar la paz y la seguridad en todas las naciones.

Segundo: proteger los países contra aventureros afortunados que someten a los pueblos, por la fuerza o por sorpresa, a su arbitrario capricho.

Tercero: promover los grupos menos favorecidos para librarlos del hambre que marginiza a tantos hombres en el mundo.

Cuarto: librar a todos los hombres, cualquiera que sea su raza, su nacionalidad, la vertiente cultural a que pertenecen, su religión o su credo político, del temor y el miedo que los poderosos inspiran a los débiles.

Quinto: promover a la mujer para que en todos los rincones del mundo adquiera sus plenos derechos personales, sociales, civiles y políticos.

Sexto: procurar para todos los bienes mínimos necesarios que les permitan acceder a las ventajas de la vida económica, adquiriendo un oficio o profesión y tomando parte de los beneficios de la ciencia, el arte y la cultura.

El mundo, para quien sepa leer el fondo de la Historia detrás de superficies un poco movidas, está superando el hormiguero, la colmena o la termitera que son símbolos de los antiguos imperios, y la evolución biológica parece que lo llevara, como creemos haberlo descrito suficientemente claro en este tratado, a una integración de funciones que hará que las naciones y los individuos presten sus servicios a la comunidad, de acuerdo con la división del trabajo pero conservando la dignidad de su autonomía, integrando sin esclavizar como hace el cerebro en el organismo humano.



RESUMEN

El hombre se ha asociado para defenderse del medio hostil, buscar el desarrollo individual, la evolución y el progreso social.

La primera célula social humana es la familia. En ella transcurre, en período de preparación, la tercera parte de la vida del individuo.

Las familias primitivas formaron grupos sociales llamados tribus y clanes gobernados por un jefe.

La capacidad de aprendizaje del hombre le ha servido para aplicar la experiencia a la solución de sus propios problemas. Lo aprendido por una generación más avanzada constituye el legado o patrimonio cultural para las generaciones venideras.

Las guerras y las enfermedades ocasionaron la ruina de las antiguas civilizaciones. Posteriormente el cristianismo y los avances de las ciencias médicas, produjeron el desarrollo de las naciones modernas.

La colonización del territorio americano por los europeos fue un ensayo para formar un gran imperio. Cuando los europeos llegaron a América, encontraron civilizaciones indígenas en decadencia.

La democracia moderna contribuye a formar un ambiente biológico que es adecuado a la condición humana. La democracia contribuye a hacer de la tierra una morada digna para el hombre.



SE TERMINO LA IMPRESION DE ESTE
LIBRO EL DIA QUINCE DE AGOSTO DE
MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE
EN LOS TALLERES EDITORIALES DE
LIBRERIA VOLUNTAD.
BOGOTA, D. E. - COLOMBIA.

