

51602/H10

ELEMENTOS  
DE  
FISIOLOGIA E HIGIENE

# ELEMENTOS DE FISIOLOGIA E HIGIENE

FACULTAD DE VETERINARIA DE CORDOBA  
BIBLIOTECA

Número da ordem 5.728  
Estado 6-11539586  
Tab. e nom. 1-12368921  
Número \_\_\_\_\_

JUAN CARANDELL

---

612/3(033)

**ELEMENTOS**  
DE  
**FISIOLOGIA E HIGIENE**

---

---

CORDOBA

JUAN CARANDELL

ELEMENTOS

DE

FISIOLÓGICA E HIGIENE

COPYRIGHT BY

J. CARANDELL.

::: 1936 :::

A la memoria de mi padre  
**D. Gregorio Carandell Salinas**  
(1861-1926)  
Maestro Nacional de las Escuelas de Madrid



## PRÓLOGO

*Cuando se planea un libro destinado a la enseñanza para jóvenes que se enfrentan por vez primera con una materia determinada, entiendo que es necesario situarse en un punto de vista distinto de la actitud que mantiene quienquiera que afronte un problema de investigación; aquí todo el interés radica en reforzar con el máximo de erudición personal la tesis que se trata de exponer y demostrar en la tribuna de la revista científica; pero en el primer caso, ¡ah!, es preciso pensar en que cuando el autor concibe los párrafos no dialoga consigo mismo, ni con hombres, ni mucho menos con los dedicados además, de por vida, al cultivo de la especialidad que él labra. Creo que la misión del maestro-autor no es encaramarse sobre la torre de la erudición y el tecnicismo desmedido; ocasión tuvo y tendrá de hacerlo ante jurados o academias. El escritor didáctico debe sacrificar la comezón muy humana de plasmar su cultura y suficiencia doctrinal en un libro que haya de ir a las manos y a los cerebros bisoños de una juventud incipiente. ¡El aula será lugar adecuado para poner en ejecución el arte de enseñar y de hacer que los escolares se asocien con SIMPATÍA a la elaboración conjunta de su propia cultura!*

*Huyamos del peligro de que cada maestro se empeñe, con el más plausible celo, en que la cabeza del estudiante tenga una capacidad tan elástica como para asimilarse todas las asignaturas que cursa, con una profundidad y extensión incompatibles con la edad, con sus necesidades y cuidados y*

con el tiempo requerido para lograr el equilibrio entre la mente y la base somática individual.

¡Ninguna cosa mejor puede aconsejar un catedrático de Fisiología e Higiene!

\* \* \*

Se ha procurado construir los conceptos con las ideas que la propia vida corriente ha engendrado en los espíritus juveniles, por ser aquéllas el primer estrato sobre el que poder edificar con mayor rigor y tecnicismo ulteriores desenvolvimientos. Es fácil pedir que el plano mental del escolar suba hasta el plano del maestro; pero el resultado nulo y contraproducente es de esperar. Por eso quisiéramos dar con un término medio que tan afanosamente se busca en las bibliografías didácticas.

Brindo el pequeño volumen a los jóvenes estudiantes animado por la esperanza en que, no sólo habrán de acogerlo también con ánimo, sino que lo dejarán luego con aquel mismo placer con que hemos conocido a un buen camarada de grata convivencia y recordación; y no con aquella satisfacción amarga con que nos redimimos de una carga antipática, por excesiva, y agravada por añadidura con otras cargas que acaso hubieron de exigir tenaces esfuerzos.

JUAN CARANDELL

## CAPITULO PRIMERO

### LAS PARTES DE NUESTRO CUERPO Y SU FUNCIONAMIENTO

LA SALUD.—La salud es un tesoro cuyo valor no suele ser apreciado mientras se posee, pero que estamos a cada momento en trance de perderlo a causa de nuestra ignorancia y falta de cuidados. El mundo en que vivimos dista de ser para nuestra vida una morada segura contra todo riesgo: el frío, el calor, el hambre, y los gérmenes invisibles causantes de nuestras enfermedades nos acechan constantemente. Existen todavía otros enemigos, a saber: las aguas impuras, el hacinamiento de las personas, la ventilación insuficiente, el cansancio. La vida es, por tanto, una lucha, un perpetuo combate, y se trata de hallar los medios para vencer, ya mediante el ataque directo, ya haciendo perecer a los enemigos, sitiándolos. Necesitamos, por tanto, conocer las armas más perfectas que la ciencia nos proporciona, su manejo y los recursos de que disponemos.

Sólo después del descubrimiento del microscopio conoce el hombre los gérmenes patógenos, es decir, productores de enfermedades; gracias a ese aparato es posible verlos y estudiarlos, cosa de que los antiguos no pudieron tener la más remota idea. Los gérmenes tienen poderosos aliados, a saber: el cansancio orgánico por exceso de trabajo en relación

con nuestras propias energías, la alimentación inadecuada, el aire impuro, etc., los cuales amenguan nuestra resistencia o defensas, y nos predisponen a ser todavía más fácilmente presa de la enfermedad.

De preservar la salud se encarga la *Higiene*, al enseñarnos cuanto hace referencia a los peligros que la rodean y cómo precaverlos. Es como una diosa que vela por el bienestar del hombre y vigila todo peligro que acarree la pérdida del tesoro de la salud.

Esta constituye, no sólo un bien individual, sino nacional. Una nación fuerte y vigorosa únicamente cabe fundarla con materiales humanos fuertes y sanos, y constituye un deber nacional vivir con arreglo a las reglas de la higiene. Hay un proverbio que dice: «*Mens sana in corpore sano*». Si el aire que se respira es frecuentemente renovado; si el crecimiento no es demasiado rápido como para que los huesos se apoderen de sales reclamadas por otros órganos; si no se cae en la glotonería, que conduce a intoxicaciones por defectos digestivos e insuficiencia de la asimilación, y al artristimo o reuma; si se vigilan las vegetaciones nasales, que impiden una buena respiración, resultará que el cuerpo podrá ser magnífico campo para edificar el árbol frondoso de la inteligencia sana y de los nobles sentimientos.

Pero para aplicar tales reglas es necesario antes conocer la *Fisiología y la Anatomía* del cuerpo humano. La primera estudia el funcionamiento de las diversas partes del cuerpo, mientras que la Anatomía nos enseña cómo es su estructura, lo mismo que cuando nos disponemos a aprender a conducir un automóvil necesitamos conocer primero su mecanismo, pieza por pieza, para saber el papel que cada una desempeña y dónde está la dificultad en caso de funcionar deficientemente.

En el motor de explosión, a gasolina, lo mismo que en cualquiera máquina de vapor, el trabajo que rinde no es otra cosa



que el resultado de convertirse la energía química de la combustión de la gasolina, o del carbón, en energía mecánica. Pues bien: el cuerpo humano es también una máquina, cuyo trabajo constituye la vida, resultante de la transformación de energía química en energía mecánica y calor. Y así como para poner en marcha aquellos artefactos de la industria es necesario el combustible: gasolina o carbón, la máquina humana exige la combustión de materias análogas a aquellos combustibles, las cuales son los alimentos, que están constituidos por substancias muy complejas a base de carbono, en cuya intimidad está contenida la energía química que, por ulteriores combinaciones con el oxígeno del aire y por descomposiciones en cuerpos más sencillos, se transformará en trabajo muscular y en calor. De modo que si bien en nosotros no se producen ni llamas ni humos, existen realmente verdaderas combustiones.

CONSTITUCIÓN DEL CUERPO HUMANO.—Lo mismo que en un edificio lo primero que interesa es la armazón, comenzaremos por el esqueleto, que es el sustentáculo óseo de todo el resto del cuerpo. Los *huesos* sirven de soporte a los músculos, son movidos por éstos y protegen a órganos delicados, como el cerebro. La carne que envuelve al esqueleto está formada por el conjunto de los *músculos*. Estos varían extraordinariamente en tamaño y forma, pues unos son gruesos y carnosos, como los de la pantorrilla, mientras otros, como los de la pared del tronco, son delgados, en láminas. Generalmente están sujetos a los huesos por medio de *tendones*. Cuando se contraen, los músculos se acortan y engruesan, y puesto que uno de sus extremos está fijo, ocasionan el movimiento de los miembros o de determinada región del cuerpo.

En el cuerpo existen dos grandes cavidades, que están separadas por un músculo en forma de cúpula, denominado *diafragma*. En la cavidad superior, llamada *tórax* o *pecho*,

están el corazón, los pulmones y la primera porción del tubo digestivo; la cavidad inferior es el *abdomen* o *vientre*, y contiene el resto del aparato digestivo: estómago, páncreas, hígado, bazo, así como los riñones y los órganos de la reproducción.

EL APARATO CIRCULATORIO.—Consta de una potente bomba musculosa, denominada *corazón*, y una red de tubos. llamados *vasos sanguíneos*. Cuando el corazón se contrae, empuja la sangre a dos grandes tubos, los cuales se ramifican muchas veces en vasos cada vez de menor diámetro, que llevan la sangre a todos los ámbitos del cuerpo. Los vasos que conducen la sangre desde el corazón son las *arterias* (figura 1).

Se llaman *venas* los vasos que devuelven la sangre desde el cuerpo al corazón. Arterias y venas están en relación mutua mediante redes de vasos finísimos, situadas en los tejidos, llamados *capilares*. Las venas, muy abundantes, van uniéndose unas con otras hasta que, por fin, ya cerca del corazón, no hay más que cuatro grandes venas, las cuales vierten la sangre en el corazón cada vez que éste se dilata.

El corazón empuja la sangre en forma de corriente incesante por todo el cuerpo, conocida con el nombre de *circulación sanguínea*. Esta circulación es doble, toda vez que el corazón se halla dividido en cuatro compartimentos o cámaras, dos a la derecha y otras dos a la izquierda, sin que haya comunicación entre los dos lados. La mitad izquierda impele la sangre a todo el cuerpo, con excepción de los pulmones. Y esta sangre vuelve a la mitad derecha del corazón, desde donde es enviada a los pulmones a fin de que se combine con el oxígeno del aire; y desde los pulmones va a la porción izquierda del corazón, dispuesta ya para ser de nuevo enviada a todas las partes del cuerpo. Y así sucesivamente.

El *aparato respiratorio* consta de los dos *pulmones*, los *bronquios* y el conducto que los pone en comunicación con

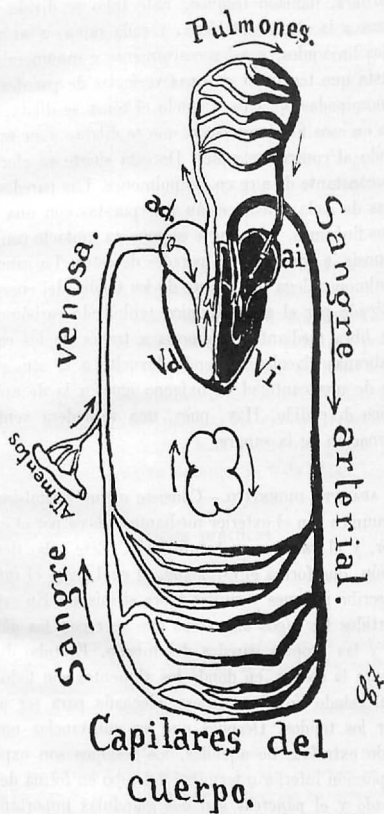


FIGURA 1

Esquema de la circulación sanguínea.

la atmósfera, llamado *tráquea*. Este tubo se divide en dos bronquios a la altura del tórax, y cada rama, a su vez, en otros dos bronquios, y así sucesivamente e innumerables veces, hasta que terminan en unas vesículas de paredes delgadas denominadas *alvéolos*. Cuando el tórax se dilata, el aire penetra en esos finísimos sacos, que se dilatan a su vez, y es expulsado al contraerse aquél. De esta suerte se efectúa un cambio constante de aire en los pulmones. Las paredes membranosas de cada alvéolo están interpuestas con una red de capilares finísimos, y la sangre se pone en contacto con el aire por ósmosis, a través de las paredes de éstos. La sangre que a los pulmones llega procedente de los tejidos del cuerpo está impurificada por el gas carbónico (anhídrido carbónico), del cual se libra mediante la ósmosis a través de los capilares y membranas alveolares, siendo devuelto a la atmósfera, a cambio de una cantidad de oxígeno igual a la de anhídrido carbónico despedido. Hay, pues, una verdadera ventilación u oxigenación de la sangre.

EL APARATO DIGESTIVO.—Consiste en un larguísimo tubo que comunica con el exterior mediante la *boca* por el extremo anterior, y el *ano* por su terminación. Este tubo tiene una dilatación, que forma el *estómago*, al cual sigue el *intestino*, que describe pliegues y curvas sobre sí mismo. En este tubo son vertidos los jugos digestivos que segregan las *glándulas* anejas y las propias paredes del mismo. El tubo digestivo representa la cocina, en donde los alimentos son todos reducidos al estado líquido, manera adecuada para ser absorbidos por los tejidos. Después que las sustancias nutritivas han sido extraídas de aquéllos, los residuos son expulsados por la porción inferior o terminal del tubo en forma de *heces*. El *hígado* y el *páncreas* son dos glándulas importantes del sistema digestivo.

EL APARATO EXCRETOR.—Los *riñones* extraen de la sangre los productos de desecho, de desgaste, procedentes de la combustión incompleta de los alimentos y del trabajo de las células, y después los envían a la *vejiga* en forma de un líquido acuoso denominado *orina*.

La *piel* es otro órgano excretor, porque el *sudor* contiene siempre productos de desecho. Por otra parte, la piel es órgano de protección para el cuerpo y preventivo contra la desecación de los tejidos.

EL SISTEMA NERVIOSO.—El *encéfalo*, la *medula espinal* y los *nervios* constituyen el sistema nervioso, equilibrador y controlador del mecanismo de nuestro cuerpo. Los nervios, lo mismo que los vasos sanguíneos, penetran por todos los ámbitos del cuerpo; vienen a ser como los hilos telegráficos, y transmiten incesantemente mensajes u órdenes desde las distintas regiones del mismo. El *cerebro* representa la oficina central, adonde llegan toda suerte de quejas y peticiones, y de la cual parten órdenes de toda clase.

### Ejercicios prácticos

En época oportuna—durante alguno de los repasos—serán traídos del campo renacuajos y ranas.

1. Colóquese sobre el cubre objetos, y en el microscopio, un renacuajillo vivo, y aprovéchense los instantes en que no dé coletazos para ver en la *cola* precisamente la circulación de la sangre, a modo de riachuelos de granitos circulares, que son los *glóbulos rojos*. Provéase de agua para que el animal esté menos inquieto y lo veamos mejor al microscopio.

2. Previamente sacrificada en una farmacia, mediante un algodón con unas gotas de cloroformo y dentro de un vaso invertido, se colocará una rana boca arriba sobre una cubeta de fotografía en cuyo fondo esté una capa de parafina solidificada. Clavaremos sendos alfileres, atravesando las extremidades del animal. Echaremos agua hasta cubrir su cuerpo. Con unas tijeras finas cortaremos por el abdomen una T hasta

la altura de los bracitos, con sumo cuidado, y, abriendo y levantando la piel y clavando alfileres donde sea preciso, descubriremos vísceras.

Será conveniente dibujar a mano alzada cuanto veamos, y referirlo a los distintos capítulos del libro.

### Temas relacionados con el capítulo primero

1. ¿Por qué el cuerpo puede compararse con una máquina de vapor o con un motor de explosión?
2. ¿Qué se entiende por circulación de la sangre, y por qué circula?
3. ¿Dónde es purificada la sangre, y a dónde va luego?
4. ¿Cómo se libra el cuerpo de los productos de desecho?
5. Describese el tubo digestivo.
6. ¿Qué papel o misión cumple el sistema nervioso?
7. ¿Qué es ósmosis? ¿Y la combustión? ¿Qué es Anatomía, Fisiología, Higiene? ¿Qué enemigos tiene nuestra salud?

## CAPITULO II

### LAS CELULAS QUE, REUNIDAS EN SOCIEDADES, CONSTITUYEN EL CUERPO <sup>1</sup>

NUESTRO CUERPO ES UNA ASOCIACION CELULAR.—Cuando fué inventado el microscopio (fig. 2), le sucedió al hombre lo mismo que si se le hubiese presentado de pronto unos lentes mágicos. Al colocárselos se halló ante un mundo totalmente distinto, formado por nuevas y bellas cosas. Una de estas cosas encontradas fué un microbio, un protozoo. denominado *amiba*, especie de masa irregular de gelatina; observada atentamente, vióse que podía moverse mediante deformaciones de su cuerpo y leves hinchazones de su masa gelatinosa; como si la gelatina reptase o se arrastrase lentamente. Otra observación interesante consistió en que, no bien había alguna partícula que pudiera servirle de alimento, la amiba se deslizaba en su busca y acababa por rodearla, y la partícula alimenticia desaparecía paulatinamente; la amiba se había comido aquel alimento. También vínose en conocimiento de que la amiba gozaba de la propiedad de poderse dividir en dos partes, y después de esta división cada una de

---

(1) Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*, por J. Carandell.

estas partes vivía por sí misma; es decir, la amiba se había dividido en dos amibas hijas.

Este sér dotado de vida constituye una *célula* (fig. 3), y la substancia gelatinosa de que está formada se denomina *protoplasma*. Una parte de este protoplasma tiene un aspecto distinto del resto y se halla concentrada en una esferita llamada *núcleo*. Podemos comparar la amiba a Robinsón aban-

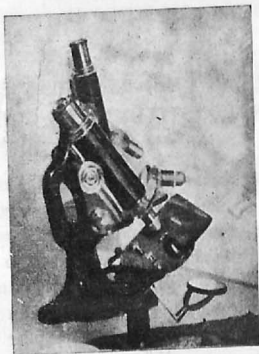


FIGURA 2

donado en una isla desierta, obligado a hacérselo todo: a buscar su sustento, confeccionar sus vestidos y construir su casa sin auxilio de nadie.

Cuando la estructura del cuerpo humano comenzó a ser estudiada con el microscopio, vínose al extraordinario resultado de saberse que estamos constituidos por pequeñísimas células, algunas de las cuales son semejantes a las de la amiba, pero la mayoría son muy diferentes por su forma. Poco a poco echóse de ver que el cuerpo es, realmente, una sociedad celular, en la cual, en lugar de ser cada célula como una



amiba primitiva, la división del trabajo, es decir, *la elección de un determinado trabajo*, y sólo éste, por las células, distinto al efectuado por otras, ha hecho que las células se asocien en grupos a tenor de las funciones que el resto del cuerpo les tiene encomendadas. Las células están a menudo reunidas en órganos; varían mucho de forma, según la clase de trabajo que particularmente tienen que efectuar; exactamente lo mismo que los trabajadores, empleados o funcionarios, que van trajeados de maneras distintas y adecuadas al servicio que han de desempeñar.

Para tener idea de cómo esta sociedad de células se ha

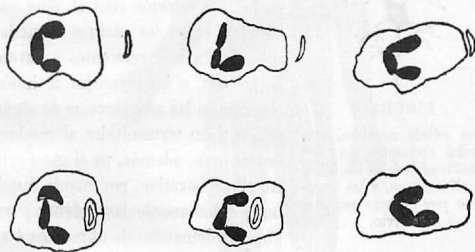


FIGURA 2

Como las amibas, son los glóbulos blancos de la sangre células encargadas de comerse a los microbios que penetran en el cuerpo. Por esto se les llama también fagocitos, devoradores de células.

formado y ha crecido, recordemos que todo ser vivo arranca de una sola célula, la semilla o huevo. Dividiéndose esta célula repetidísimas veces, el complicado organismo va creciendo, y a medida que crece ciertas células se agrupan para formar los tejidos y órganos, después de adquirir su forma apropiada y quedar en disposición de efectuar el trabajo para el cual han ido especializándose.

LAS CÉLULAS NERVIOSAS.—Vamos a estudiar algunos de

los más destacados trabajadores de la sociedad de células llamada cuerpo humano. Comenzaremos por los *operarios de mayor categoría, la aristocracia del cuerpo humano*, las células nerviosas (figs. 4 y 5), encargadas de enviar mensajes y órdenes a todas las partes y de todos los ámbitos del cuerpo. Ya dijimos que forman una gran red telegráfica, cuya estación central es el cerebro y cuyas estaciones secundarias están situadas a lo largo de la medula. Los hilos están constantemente ocupados en un incesante intercambio de informes y órdenes, muchos de los cuales no son enviados a la estación central, sino que circulan entre los centros secundarios. Los avisos referentes a exceso de trabajo, o los mensajes de lesión o herida, o las advertencias de algún



FIGURA 4

Una célula nerviosa, que recibe corrientes por las ramificaciones, o las fabrica ella misma, y las transmite por el largo cable o nervio.

peligro, son transmitidos al cerebro, órgano que, además, es el gran centro administrativo, por cuanto distribuye debidamente las órdenes y regula las demandas de alimentos y su

envío a los tejidos.

Algunas de estas células nerviosas tienen formas adecuadas a su función; se asemejan a árboles a los que se les hubiese caído las hojas, con troncos y ramas muy largos; como los chopos, por ejemplo. Las ramas se fragmentan en las más delicadas ramillas, que se entrelazan con las de los árboles vecinos; los largos troncos de tales árboles son los nervios. Hay otras células nerviosas que tienen forma redondeada o triangular, pero que también están provistas de ramas; podemos imaginar la rapidez con que los mensajes son transmitidos de rama a rama y de árbol a árbol. En el cerebro existen numerosas células nerviosas triangulares formando agrupaciones,

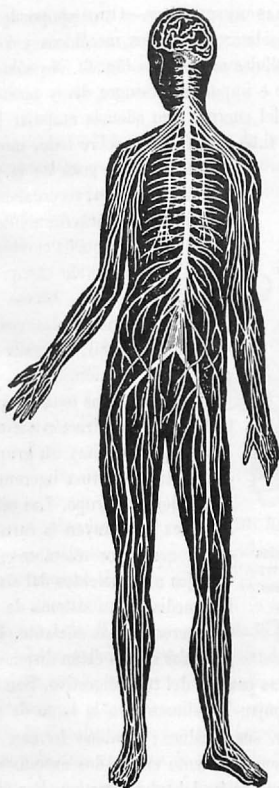


FIGURA 5

El sistema nervioso : encéfalo, medula es-  
pinal, nervios.

LAS CÉLULAS MUSCULARES.—Otro equipo de trabajadores hemos de considerar ahora : los mecánicos y los ingenieros, es decir, las células musculares (fig. 6). No sólo tienen la tarea de aspirar e impulsar la sangre día y noche por cualesquiera parte del cuerpo, sino además empujar los alimentos a lo largo del tubo digestivo ; y, sobre todo, movernos. Toda

célula muscular goza de la propiedad de cambiar de forma, recordando en esto a la amiba de que anteriormente hemos hablado, solo que aquélla cambia únicamente en un mismo sentido siempre. Cuando el músculo se contrae, hácese más corto y más grueso ; las células vuelven a tener su forma original, alargada en *fibra*, al cesar la contracción.

Entre las células musculares existe también una especialización o *división del trabajo*, y por esto hay un grupo en que las células tienen forma ligeramente distinta de las del otro grupo. Las células o *fibras estriadas* constituyen la carne o músculos del tronco y los miembros ; realizan los trabajos más violentos del sistema muscular, mediante un sistema de palancas, según veremos más adelante. Las *fibras no estriadas* o *lisas* están dispuestas en delgadas capas en las paredes del tubo digestivo. Son las que comprimen y empujan los alimentos a lo largo de éste, y finalmente expelen sus residuos ; también forman válvulas que funcionan automáticamente en los dos extremos del estómago y en la terminación del tubo digestivo. Por último, las *células musculares del corazón* recuerdan a las fibras musculares estriadas, pero son mucho más cortas, y por esto tienen cierta semejanza con las lisas. Figuran entre los trabajado-



FIGURA 6

Ejemplos de células musculares. — Arriba, fibras estriadas. Abajo, fibras lisas o de contracción involuntaria.

res estriadas, pero son mucho más cortas, y por esto tienen cierta semejanza con las lisas. Figuran entre los trabajado-

res más infatigables de todo el cuerpo, y que jamás cesar de poner en movimiento la sangre, para lo cual las pequeñas células musculares del corazón se contraen y se relajan alrededor de setenta veces por minuto.

**LAS CÉLULAS SANGUÍNEAS.**—Las células de la sangre constituyen otro importante equipo; contrariamente a las otras células, no están ligadas entre sí para constituir un tejido, sino que flotan en los grandes tubos acuíferos del cuerpo: las venas y las arterias. Tales células son de dos clases: los *glóbulos rojos* y los *glóbulos blancos*, *leucocitos* o *fagocitos*. A las primeras debe la sangre su vivo color: tienen forma de pequeños discos (figs. 3 y 7) y son mucho más abundantes que los glóbulos blancos<sup>1</sup>. Su importancia es extraordinaria, porque transportan a todas las células del cuerpo el oxígeno, cuyo gas es poco menos que el elixir de la vida, sin el cual ninguna célula puede subsistir. El oxígeno es captado por los glóbulos rojos, que también se llaman *hematies*, cuando éstos discurren a lo largo de la red de capilares de los pulmones; y luego, así que aquéllas llegan a ponerse en contacto con los tejidos en el transcurso de la circulación, ceden el oxígeno a las células y retornan a los pulmones en busca de provisión fresca y pura.

Los *glóbulos blancos* tienen notable parecido con la ami-

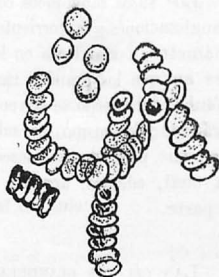


FIGURA 7

Células, o glóbulos, rojas del corazón, extraordinariamente aumentadas.

Los *glóbulos blancos* tienen notable parecido con la ami-

<sup>1</sup> Unos cinco millones por milímetro cúbico; sólo de cinco a diez mil los blancos.

ba ; gozan de la facultad de poder cambiar de forma, y ello les permite infiltrarse a través de los poros extraordinariamente pequeños de las paredes de los vasos sanguíneos. Vienen a constituir una especie de policía, y se las entienden con los malhechores (los microbios patógenos), a los cuales devoran. Algunas veces se puede ver en una gota de sangre, al microscopio, gérmenes productores de enfermedades en el momento de ser ingeridos por dichos glóbulos.

Los vasos sanguíneos constituyen un inmenso sistema de canalizaciones ; la corriente es rápida en los vasos de gran diámetro, y más lenta en los angostos y en las redes *capilares* en que los grandes vasos van ramificándose. Todas las células del cuerpo se sirven de esa especie de cuencas hidrográficas ; lo mismo las sustancias elaboradas por aquellas que sus productos de desecho, son lanzadas a la corriente, la cual, además, arrastra las sustancias alimenticias que reparte.

LAS CÉLULAS GLANDULARES.—Las *glándulas* son agrupaciones de otra clase de equipos de trabajadores. En nuestro cuerpo hay diferentes clases de glándulas ; algunas no son perceptibles a simple vista y están interpuestas en la piel y membranas mucosas, en tanto que otras llegan a constituir, por su tamaño, órganos importantes. Las células de toda glándula elaboran un líquido, que lo mismo puede ser, por ejemplo, un lubricante que tener aplicación en la digestión. Este líquido es, pues, una secreción. Las grandes glándulas están provistas de canales especiales encargados de conducir la secreción a lugar donde han de ser utilizadas (fig. 8).

Las células del *riñón* actúan como agentes de la limpieza, y continuamente están quitando de la sangre los detritus y echándolos hacia la orina. Si estos trabajadores se declaran en huelga o actúan deficientemente, como puede acontecer

en ciertas enfermedades, todo el organismo sufre las consecuencias.

**LAS CÉLULAS ÓSEAS.**—Son los arquitectos y constructores de la colectividad; cada célula se rodea de paredes de substancia caliza, y entre todas edifican el armazón del cuerpo (figuras 9 y 10).



FIGURA 8

Células glandulares.



FIGURA 9

Una célula ósea.

### Temas referentes al capítulo II

1. ¿Qué diversos trabajos se efectúan en el cuerpo? Díganse las células especializadas en realizarlos.
2. De las células del cuerpo, ¿cuáles se asemejan más a la amiba? Dígase lo que se sepa acerca de ellas.
3. Razónese en un trabajo qué diferencias existen entre una amiba y el ser humano.
4. Expónganse ejemplos de división del trabajo entre las células del cuerpo, y hágase un ensayo acerca del cuerpo considerado como una asociación celular.
5. ¿Qué diámetro tendrán los vasos capilares? ¿Qué clase de seres son las amibas?

## CAPÍTULO III

### EL ARMAZON DEL CUERPO, O ESQUELETO

LAS CÉLULAS ÓSEAS.—Los huesos están formados por la misma substancia, pero existen grandes diferencias entre ellos en cuanto a tamaño y forma ; así, los huesos de la nariz son finos como hojas, mientras que los huesos de la pelvis son fuertes y gruesos. Las células óseas están rodeadas, según ya se ha dicho, por una película caliza, la cual es porosa, está perforada por numerosos canalillos, por los cuales reciben los alimentos. Por esto los huesos tienen aspecto esponjoso (figuras 9 y 10).

Si un hueso se fractura, inmediatamente las células óseas se afanan en reparar el desperfecto, comenzando por edificar, capa por capa, una blanda substancia, denominada *callus* o *callo*, que se va impregnando poco a poco de substancia caliza hasta que los dos extremos del hueso quedan fuertemente adheridos entre sí. En los casos de niños raquíticos, insuficientemente alimentados y que no hacen una vida sana al aire y al sol, las células óseas no cumplen su trabajo constructivo y los huesos quedan blandos y se doblan, porque carecen de fosfato y carbonato cálcico en cantidad suficiente <sup>1</sup>.

LOS HUESOS EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL CUERPO (figura 11).—El *cráneo* se compone de huesos de formas muy

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.



variadas, fuertemente unidos entre sí; un *frontal*, dos *parietales*, dos *temporales*, un *occipital*, un *esfenoides* y un *etmoides*. En el niño muy pequeño existe en lo alto de la cabecita un

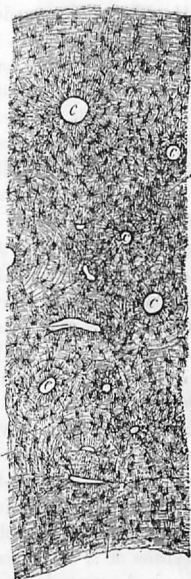


FIGURA 10

Estructura de un hueso, con los canales de Havers.

reducido espacio de forma romboidal por no haber completado allí los huesos el acercamiento mutuo como consecuencia de su crecimiento, y por esto es necesario preservar la cabeza de los niños contra toda posible lesión. El cráneo protege algunos de los órganos más delicados del cuerpo, pues forma un verdadero casco para el cerebro—que es el órgano más importante de todos—y en su base hay un agujero para que la medula se una al cerebro. Los huesos del cráneo presentan además concavidades que alojan a los ojos, cuyas arcadas superiores protegen a los globos oculares.

La mayor parte del oído está embutida en los huesos temporales, siendo la oreja una parte reducida de aquél.

La delicada membrana mediante la cual percibimos los olores está oculta bajo el fondo

de la nariz, y la nariz misma posee unos huesos delicados y finos como hojas, que están recubiertos por repliegues de membrana mucosa: *cornetes*, *vómer*.

Otra parte del cráneo la constituye la *mandíbula supe-*

rrior, con su hilera de dientes cortantes y triturantes. La *mandíbula inferior* se articula o apoya sobre la región del oído; lo comprobamos fácilmente colocando los dedos sobre la cara, delante de la oreja.

La *columna dorsal* o *espina* (figs. 11 y 12) rinde dos grandes servicios, a saber: constituye un canal o tubo, que aloja a la médula, y tan resistente como para evitar toda lesión a este importante órgano; además sirve de sostén al cuerpo cuando éste está erguido. La espina dorsal se compone de una serie de anillos óseos denominados *vértebras*, superpuestas y separadas por unos discos de tejido elástico, a modo de almohadilla encargada de evitar que los golpes, saltos o choques puedan acarrear roturas en los huesos vertebrales.

Los anillos de la columna vertebral difieren a lo largo de ésta; así, al cuello corresponden siete vértebras, que son más delgadas que las siguientes, y ello es debido a que sólo tienen que soportar el peso de la cabeza. Por otra parte, cada vértebra es mucho más gruesa por delante que por detrás, por lo cual, mirada por la cara anterior, la espina dorsal forma realmente una columna perfecta y a la vez flexible (fig. 13).

La columna vertebral goza de cierta amplitud de movimientos gracias a las junturas o articulaciones que existen entre vértebra y vértebra por su parte posterior, y así puede curvarse hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados, e incluso retorcerse algo. Cuanto más abajo, más gruesos y sólidos son los anillos; los cinco huesos finales de la espina dorsal están soldados en un hueso, denominado *sacro*; los cuatro huesecillos que le siguen constituyen lo poco que tenemos de cola: el *coxis* o rabadilla.

En la parte anterior del tórax está el *esternón*, fácilmente reconocible debajo de la piel; la mayoría de las costillas están directamente unidas a este hueso. Más adelante veremos cómo, cuando respiramos, las *costillas* empujan hacia afuera las paredes del tórax y le dan una forma cilíndrica.

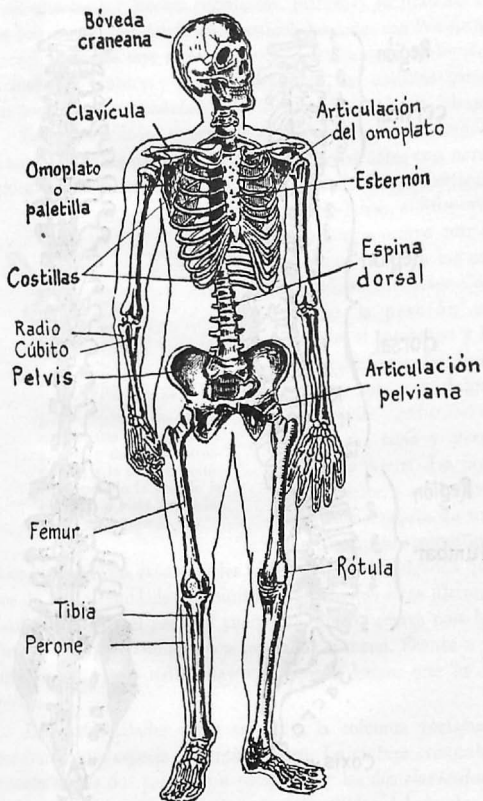


FIGURA 11

El esqueleto,

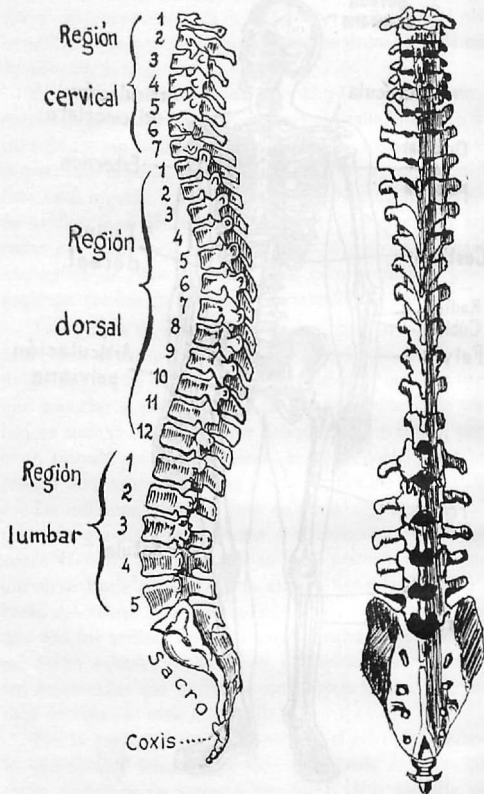


FIGURA 12

La columna vertebral vista por el lado izquierdo y por detrás

Las costillas son huesos curvilíneos, planos, y su número es de doce pares. Por detrás están articuladas todas con la espina dorsal mediante una serie de pequeños entrantes y salientes a modo de juntas; cuando respiramos, las costillas giran en torno a esas articulaciones, hacia arriba y hacia abajo.

Las extremidades tienen por almacén unos *huesos largos*. Tanto los brazos como las piernas están contruidos con arreglo a un mismo plan; la porción superior del brazo contiene

un solo hueso, el *húmero*, y lo mismo ocurre con el muslo o *fémur*, en las extremidades inferiores; en cambio, la porción siguiente, el antebrazo y la pierna contienen dos huesos que son más delgados: *cúbito* y *radio*, en el antebrazo; *tibia* y *peroné*, en la pierna. La porción inferior, o sea la mano y el pie, consta de numerosos huesos pequeños.



FIGURA 13

Una vértebra vista desde encima (las tres apófisis o espinas salientes corresponden a la porción posterior, tocando la piel de la espalda), y vista por el lado izquierdo.

Los huesos de las extremidades torácicas son más delgados que los de las extremidades abdominales, puesto que estas últimas han de sostener el peso del cuerpo; lo mismo ocurre con los huesos del pie en comparación con los de la mano. Frente a la articulación de la rodilla hay un pequeño hueso, que es la *rótula*.

Las extremidades están sujetas a la columna vertebral mediante una especie de cinturón óseo. La *cintura escapular* consta de las dos paletillas u *omóplatos* y las dos *claviculas*; todos estos huesos son fácilmente perceptibles debajo de la piel. La *clavicula* está unida al esternón por un extremo y a la escápula u omóplato por el otro extremo; a menudo se

fractura, por efecto de una caída, a la altura de la espalda. El *omóplato*, que es el hueso escapular o espaldilla, no está unido sino por músculos a la espina dorsal; y gracias a esta disposición puede este hueso desplazarse o moverse resbalando sobre la pared posterior del tórax, en virtud de lo cual la amplitud de movimientos de los brazos es mayor.

La *cintura pelviana*, mediante la cual las extremidades inferiores están sujetas a la columna vertebral, difiere grandemente de la cintura escapular, por ser mucho más resistente y estar fuertemente unida con el sacro, que, según es fácil recordar, es la última porción de aquélla. Esta cintura forma un anillo óseo completo, cuya porción posterior es el sacro. Los bordes de esta cintura se reconocen fácilmente debajo de la piel de los lados del abdomen; su forma es curiosa porque parecen dos alas, con el borde engrosado. La cintura pelviana, además de hacer descansar todo el peso del cuerpo sobre las extremidades inferiores, constituye una especie de recipiente que alberga o protege a los órganos del abdomen.

ARTICULACIONES.—Los huesos se unen o relacionan unos con otros. Primero nos fijaremos en una articulación dotada de movimientos, como el codo. De ella no nos damos cuenta; tan suavemente giran unos huesos con respecto a otros; pero bastaría una inflamación o lesión para que nos enterásemos. Si viésemos las extremidades de los huesos que forman la articulación, advertiríamos la presencia de una capa de *cartilago*, o *ternilla*, de superficie tan suave como si se tratase de un satén.

Además, los huesos están sujetos unos con otros mediante fuertes bandas de tejido fibroso, parecido al de los tendones de los músculos. Este tejido fibroso forma un pequeño saco o cápsula, que envuelve a la articulación; a guisa de forro hay una membrana delgada y brillante que segrega un

flúido viscoso destinado a lubricar o engrasar la articulación ; esto explica la suavidad con que se efectúan los movimientos de los huesos. Cuando sobreviene un accidente o una inflamación, la membrana envolvente se hace áspera, y entonces la articulación produce un leve crujido al doblarse.

Las articulaciones del codo, rodilla, dedos, son articulaciones en gozne o bisagra.

En cambio, las articulaciones con la escápula y la cadera permiten movimientos mucho más amplios y variados, y son de tipo de bala y cañón, pues la cabeza de un hueso está dentro de una cavidad esférica del otro hueso (figura 14).



FIGURA 14  
Articulación del fémur en  
la pelvis.

Existen en el cuerpo muchas articulaciones rígidas, sin movimiento alguno ; todos los huesos del cráneo están en este caso, fuertemente ensamblados entre sí ; las vértebras están intercaladas con discos de tejido fibroso, especie de cartílago, y tienen movimientos muy limitados entre sí. De manera que las articulaciones intervertebrales ni son tan amplias de movimientos como las de

las extremidades, ni tan rígidas como las de los huesos del cráneo.

Las articulaciones están expuestas a sufrir dislocaciones, es decir, a que los huesos se salgan de su posición normal. Este accidente sería muy frecuente si no existiesen los músculos que rodean y sujetan con firmeza a las articulaciones.

### Ejercicios prácticos

1. Colóquese un hueso de gallina o de conejo en un recipiente y viértase encima una solución concentrada de ácido clorhídrico (una parte de ácido por siete partes de agua). Al cabo de algunos días el hueso estará completamente blando, debido a que el ácido habrá disuelto la caliza; entonces el hueso puede ser doblado con facilidad.

2. Adquiérase un lote de huesos de la carnicería y hiérvanse durante cuatro o cinco horas en cantidad de agua justa para cubrirlos. Escúrrase el agua y déjese enfriar; formará una especie de jalea, constituida por la substancia gelatinosa que había en el hueso.

3. Quémese un pequeño trozo de hueso en una cuchara metálica; toda la materia orgánica quedará destruida, y el residuo blanco, formando cenizas, es carbonato cálcico.

4. Si se presenta la ocasión de tener un esqueleto delante, examínense los huesos de las extremidades y de las cinturas escapular o torácica y pelviana para notar la gran diferencia de solidez entre unos huesos y otros. Obsérvese la espina dorsal y subráyese la gruesa y redondeada columna formada por la parte anterior o frontal de los anillos vertebrales. Percátase de que la columna vertebral va haciéndose más grande y fuerte a medida que se acerca a la cintura pelviana.

Examínese el cráneo, y en él las juntas en zig-zag de los huesos aplanados que constituyen su bóveda. Obsérvense las costillas y la inclinación hacia abajo, más acentuada en las costillas inferiores que en las superiores.

5. Procúrese observar la rodilla de un carnero y ver en ella la firmeza con que los huesos están sujetos entre sí mediante el tejido correoso que forma la cápsula de la articulación. Córtese hacia ésta y adviértase la pequeña cantidad de líquido viscoso que lubrica la porción interna de la articulación. Tiéntese el suave cartilago que recubre los extremos de los huesos. Córtese el cartilago y nótese que es mucho más blando que el hueso.

6. Compruébese cuántas articulaciones en gozne hay en el cuerpo. Hágase lo mismo con las articulaciones en bala y cañón.

### Temas relativos al capítulo III

1. Expónganse las diferencias que hay entre los huesos de las extremidades y los que forman el techo del cráneo.



2. ¿Qué entendemos por espina dorsal? Describáanse los huesos de que está formada.
3. ¿De qué manera están sujetos a la columna vertebral los huesos de las extremidades superiores e inferiores?
4. ¿En qué se diferencian los huesos de las extremidades inferiores con respecto a los de las superiores, y cuál es la razón de esta diferencia?
5. ¿Cómo se sabe que los huesos constan de un tejido blando impregnado con carbonato cálcico?
6. Describáse una articulación móvil y explíquese la razón por la cual trabaja tan suavemente.
7. ¿Cuáles son las dos categorías más importantes de articulaciones móviles de nuestro cuerpo?
8. Describáse la estructura de las vértebras. Diferencias existentes entre las vértebras a lo largo de las distintas porciones de la espina dorsal.
9. ¿Qué tipos de articulaciones hay en el cuerpo?
10. Búsquese en un diccionario la palabra artritis. Asíciense la idea con la de «Artrópodo»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

## CAPITULO IV

### LOS ALIMENTOS

COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS.—Los elementos químicos vienen a ser los ladrillos de que están formadas todas las substancias del universo. Difieren unos de otros; asimismo se distinguen de los elementos químicos puros las substancias formadas por sus combinaciones<sup>1</sup>. Así, ni el carbono, ni el oxígeno, ni el nitrógeno, ni el hidrógeno en estado puro, separados unos de otros, son explosivos, y, en cambio, sus combinaciones, como la dinamita o nitroglicerina, es una substancia tan poco estable, que basta un choque brusco para que estalle. Por otra parte, hay una substancia formada por aquellos mismos elementos, pero en cantidad y modo de combinación muy distinta a la de la dinamita; pues bien: esta substancia, que se llama *glicocola*, es completamente estable, no es explosiva. Los cuerpos están formados por partículas, y éstas, a su vez, por porciones ya invisibles a simple vista y hasta al microscopio, llamadas *moléculas*. La porción más pequeña e indivisible de las moléculas son los

---

<sup>1</sup> El hidrógeno y el oxígeno, dos gases, forman el agua. El carbono, sólido, y el oxígeno constituyen, al combinarse, el gas carbónico.

átomos, los cuales tienen las características propias de los elementos químicos puros <sup>1</sup>.

No son muy numerosos los elementos químicos distintos que entran en la composición del cuerpo; los más importantes son: *carbono*, *oxígeno*, *hidrógeno*, *nitrógeno*, *azufre* y *fósforo*. El carbono, tan conocido de todo el mundo, es la piedra angular, por decirlo así, de la vida vegetal y animal; basta dejar que se tueste y quemese del todo un pedazo de carne para que quede completamente carbonizada, pues los restantes elementos se desprenden mientras dura la operación. No es tan fácil demostrar la presencia de los otros tres elementos esenciales en el edificio de la materia viva, los gases oxígeno, hidrógeno y nitrógeno.

COMPUESTOS QUÍMICOS QUE EXISTEN EN EL CUERPO.—Los elementos químicos que forman parte de la materia viva están combinados de diversas maneras, que pueden agruparse en tres principales tipos de sustancias, a saber: *Proteínas* o *albuminas*, como la carne; *hidratos de carbono*, como el almidón, la fécula, los azúcares, y *grasas*, como la manteca. Todos los músculos están constituidos químicamente a base de albúmina; y esta sustancia no deja de entrar en la composición de ninguna célula. Las células del tejido blando que está debajo de la piel contienen abundantes reservas de grasa, así como existen pequeñas cantidades de hidratos de carbono en las células del hígado y de los músculos.

LO QUE EL CUERPO NECESITA.—Puesto que el cuerpo está principalmente formado de elementos químicos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, calcio, hierro, sodio, potasio, fósforo, etc., se comprende que necesitará estos elemen-

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre los fenómenos y sus leyes*, por J. C. Randell.

tos suministrados en forma de sustancias alimenticias para que pueda aquél crecer y mantenerse en aptitud de reparar cualesquiera pérdidas, y en forma de agua, con sales minerales disueltas. Ahora bien : las plantas se apoderan del carbono, que en ellas hay en tanta abundancia, valiéndose de procedimientos muy sencillos, pues absorben, como es sabido, el anhídrido carbónico del aire atmosférico <sup>1</sup>, y con el carbono contenido en este gas se disponen a construir las moléculas de albúmina, hidratos de carbono y grasas. El nitrógeno lo toman principalmente del suelo, y en algunos casos lo absorben directamente de la atmósfera. Pero los animales no se encuentran en condiciones para realizar esas operaciones así, pues perecerían de hambre aunque tuviesen a mano las mayores cantidades imaginables de aquellos elementos en la forma en que las plantas pueden tomarlos.

Los animales necesitan apoderarse del carbono, del nitrógeno, etc., pero ya previamente combinados en las tres clases de sustancias mencionadas : hidratos de carbono, albúminas y grasas ; y como sólo las plantas son los seres que por sí mismas han sido capaces de combinarlos, los seres animales no tienen más remedio que acudir a los vegetales para alimentarse.

El nitrógeno sólo se encuentra en las sustancias proteicas o albuminoideas, asociado con el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, y algo de fósforo y de azufre ; y como aquel cuerpo es esencial para la vida, se comprende la enorme importancia que dichas sustancias tienen en la alimentación. Los animales <sup>+</sup> contienen las plantas de que se alimentan ; el hombre obtiene el nitrógeno o bien de la carne de esos animales, o también, aunque en mucha menor cantidad, de las semillas, hortalizas, etcétera, que alternan en su alimentación.

Restando de aquellos cuatro elementos el nitrógeno, que

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

+ les solo pueden tomar el nitrógeno que

dan los tres que constituyen los hidratos de carbono y las grasas, a saber : carbono, oxígeno e hidrógeno ; éstas contienen menos oxígeno que los hidratos de carbono. Puede decirse que los hidratos de carbono son sustancias exclusivamente fabricadas por las plantas, las cuales los almacenan en las semillas y en las raíces en forma de granos de almidón, o en forma de jugos azucarados. El azúcar y el almidón son sustancias muy relacionadas entre sí por sus afinidades ; la digestión convierte [el almidón o fécula ingerido con los alimentos. *En azúcar*

Las grasas existen no solamente en los animales, sino también en los vegetales ; pero las grasas vegetales suelen ser líquidas y se llaman *aceites*, como el de oliva, tan nutritivo y salúfero. Las únicas grasas animales líquidas son las contenidas en la leche, en donde se hallan en forma de gotitas aceitosas.

Cada uno de esos grupos de compuestos alimenticios tiene asignada una misión especial en nuestro organismo ; así, las *proteínas* son indispensables para el *crecimiento* y para la reconstrucción de los tejidos ; los *hidratos de carbono* suministran rápidamente *energía* ; las *grasas* proporcionan grandes cantidades de *calor* y a su vez son acumuladas en el cuerpo en calidad de previsoras reservas, a modo de despensa.

Pero no sólo de sustancias como las que acabamos de indicar se alimenta el cuerpo ; también necesita materias minerales, como la sal común, etc. Nuestro cuerpo tiene importantes cantidades de carbonato cálcico en los huesos, en los cuales entra también el fosfato cálcico ; es, por tanto, de gran importancia la existencia de esas sustancias en la alimentación de los niños, pues las necesitan para su crecimiento. La cal no abunda en los cereales ni en las frutas, y, en cambio, la leche es rica en ese elemento. Para el niño es asimismo interesante el hierro, y su ausencia es causa de falta de color rojo intenso en la sangre. La yema de huevo, además de ser

un alimento excelente por sus altas cualidades nutritivas, contiene hierro en gran cantidad.

Nuestros tejidos contienen agua en cantidad asombrosa : alrededor de las cuatro quintas partes de su peso. Por esto se comprende la necesidad que tenemos de beber agua para suplir las grandes pérdidas que experimentamos continuamente. (Véase más adelante, cap. IV.)

**LAS VITAMINAS.**—En ciertos alimentos se encuentran unas sustancias llamadas *vitaminas*, las cuales tienen propiedades algo análogas a los fermentos, pues gracias a ellas los alimentos que ingerimos pueden ser incorporados a nuestras células. La cocción las destruye a casi todas. Recientemente han podido ser aisladas algunas de ellas. Pero se deducía su existencia del hecho de que los alimentos en conserva perdían alguna propiedad importante que poseen los alimentos frescos, por cuanto las personas nutridas exclusivamente con conservas son presa al cabo de algún tiempo de una grave perturbación o enfermedad denominada *escorbuto*, conocida de muy antiguo por los terribles estragos que hacía entre los marinos que durante largas travesías o en las regiones polares veíanse obligados a prescindir de alimentación fresca y tenían que recurrir a carnes saladas y a bizcochos o galletas. Gran hallazgo fué el descubrir que aquellos perniciosos efectos se atenuaban y hasta contrarrestaban eficazmente mediante el *jugo de limón* fresco ; y las investigaciones modernas han demostrado que las frutas frescas, especialmente las naranjas y los limones, así como las hortalizas, son ricas en la llamada *vitamina antiescorbútica*. Los garbanzos, los guisantes, las habas, comenzando a germinar, contienen mucha vitamina antiescorbútica.

Las plantitas en germinación, las hortalizas, las levaduras y los huevos son ricos en otra vitamina preventiva contra otra enfermedad, denominada *beri-beri*.

Una tercera vitamina está contenida en las hortalizas verdes, y es esencial factor del crecimiento y buen desarrollo. Los animales alimentados con plantas en verde almacenan esta vitamina, que ellos mismos no pueden fabricar, en su grasa y en su leche, y por esto tales productos (en vacas y carneros) son capaces de proporcionar dicha vitamina. Pero donde existe en mayor proporción es en el *aceite de higado de bacalao*, donde se halla con una riqueza 240 veces mayor que en la manteca. Las *frutas españolas* superan en vitaminas a casi todas las del mundo, por contar con dos factores: *luz* y *calor*, que a la vez que permiten llegar naturalmente a una madurez completa, son esencialísimos para dotarlas del máximo de riqueza en vitaminas. En otros países necesitan recurrir a métodos artificiales. No hay mejor bebida que un jarabe a base de zumo de frutas españolas, ni nada peor que las bebidas exóticas, tan de moda hoy, hechas con alcohol de semillas que son verdaderos venenos de rápido efecto.

De las frutas, la naranja—aparte las uvas, los plátanos y las ciruelas (éstas frescas o en compota)—, dice Marañón, es un elemento fundamental de la nutrición de los niños y de la conservación del equilibrio de los organismos ya formados.

El aceite, verdadero zumo del fruto del olivo, es riquísimo en vitaminas y el salvador de muchos niños que padecen diarreas, vómitos contumaces, etc., a veces mortales.

La cocción prolongada destruye todas estas vitaminas, y por esto conviene que las hortalizas sean cocidas rápidamente.

A los pequeñuelos mantenidos al biberón debe dárseles una pequeña cantidad de jugo de fruta fresca, pues la cocción de la leche destruye las vitaminas contenidas en la leche. Esto no es necesario para los niños de pecho.

El *caroteno* es una vitamina del crecimiento, y está contenida en las zanahorias.

La carencia de vitaminas acarrea esas enfermedades nombradas, que se exteriorizan en forma de falta de energía muscu-

lar y nerviosa, raquitismo, caries, destrucciones óseas, afecciones en los ojos, etcétera.

CLASES DE ALIMENTOS.—Vamos a ocuparnos de las clases de alimentos en cuanto al predominio en ellos de albúminas, grasas e hidratos de carbono, así como por lo que respecta a las mezclas de estos grupos de sustancias.

El pan es obtenido de las semillas de los cereales. Las semillas almacenan reservas de almidón en forma de granos pequeñísimos, con cortas cantidades de proteína y de grasa, necesarias todas ellas para la germinación de la futura planta hasta que ésta pueda valerse por sí misma. Por esto la harina está casi enteramente constituida por hidratos de carbono en forma de almidón, y contiene una corta cantidad de proteína y de grasa.

Las patatas y el arroz, tan parecidos al pan, carecen en absoluto de grasa. La harina de avena contiene, por el contrario, alguna mayor cantidad de grasa y proteína que el pan. Tanto las habas como los guisantes y garbanzos, contienen mucha albúmina asociada con abundancia de hidrato de carbono. En resumen: todos los hidratos de carbono los obtenemos del mundo de los vegetales, excepción hecha de una pequeña cantidad que injerimos con la carne. Los hidratos de carbono son, por tanto, los alimentos más económicos y fáciles de obtener (fig. 15).

La *carne* y el *pescado* están casi totalmente constituidos por proteína; siempre va acompañada de una pequeña cantidad de grasa, incluso en la carne magra. La clara de huevo es albúmina o proteína pura, y, en cambio, la yema contiene mucha grasa. La leche de vaca contiene aproximadamente cantidades iguales de los tres grupos de materias químicas alimenticias, mientras que el queso es rico en albúmina y grasa. En los animales las proteínas no están mezcladas con hidratos de carbono, como ocurre en las semillas de las plantas,



y por esto el hombre prefiere los alimentos animales cuando trata de injerir proteínas. Los guisantes, lentejas, garbanzos : en una palabra, las semillas de las plantas leguminosas, contienen más proteína que otra alguna semilla.

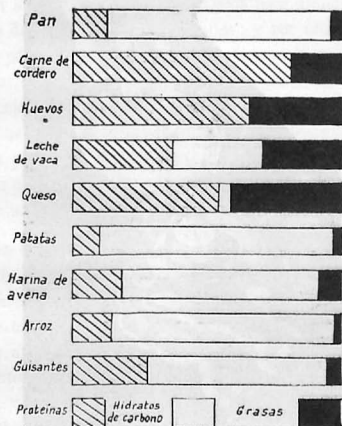


FIGURA 15

Proporción relativa de las sustancias proteicas, los hidratos de carbono y las grasas en los alimentos más usuales, prescindiendo en ellos del agua y las materias minerales que acompañan a todas aquellas sustancias orgánicas.

La manteca, el caldo y el tocino contienen grasa casi pura ; el aceite de oliva es grasa vegetal pura, siendo la margarina la grasa de los vegetales, por antonomasia.

Si bien las cebollas, las coles y los nabos son pobres en poder nutritivo, contienen, en cambio, sales y vitaminas.

VALORACION ENERGÉTICA DE LOS ALIMENTOS.—Una vez que

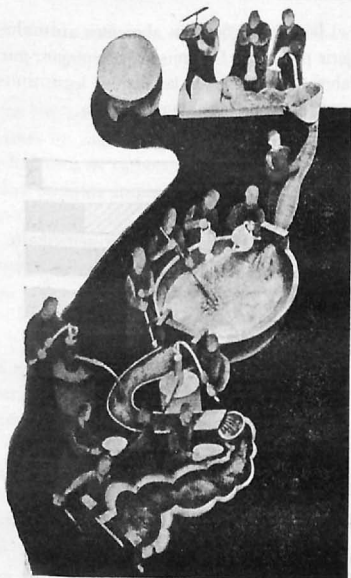


FIGURA 16

He aquí un curioso cartel que figuraba en una reciente Exposición de Higiene de Berlín. Representa el tubo digestivo del ser humano. En la parte superior, unos obreros trituran sobre las *muelas* los diversos alimentos, mientras que otros se encargan, ayudados por la lengua, a realizar la mezcla con la *saliva*. Por el *esófago* pasan a un gran recipiente, el *estómago*, donde otros obreros-glándulas agregan nuevos jugos y hacen la mezcla más homogénea. Pasan luego al *duodeno*, donde otras bombas-glándulas añaden nuevos elementos indispensables para la digestión. Otros obreros recogen en bandejas los productos resultantes, que son absorbidos por el organismo, y los residuos pasan al intestino grueso, donde otro obrero-esfínter cuida de dar salida al exterior a los productos inútiles.

hemos visto la composición de los distintos alimentos, pasemos a considerarlos en cuanto a la elección que de los mismos deba hacerse. Ya tenemos dicho que por varios motivos necesita el cuerpo alimentarse, a saber: para adquirir materiales con los cuales reparar las pérdidas que el desgaste produce en los tejidos; proporcionárselos para atender a las demandas del crecimiento de los niños; y por último, compensar las pérdidas continuas de energía que le acarrea el trabajo diario de vivir, y de trabajar además como seres sociales. El ejercicio muscular, el trabajo cerebral, consumen una determinada cantidad de energía. Y esta energía es proporcionada por los alimentos, que hay que tomar en cantidad mayor o menor, que depende estrechamente del gasto de energía que aquellos trabajos suponen.

Toda sustancia alimenticia, al ser quemada, libera o produce una cantidad de calor semejante al que cede el carbón al arder. Para calcular la cantidad de calor que desprende un determinado alimento en virtud de la combustión, se utiliza un aparato denominado *calorímetro*, consistente en un recipiente herméticamente cerrado, en el cual se coloca el alimento, y que se introduce en otro recipiente que contiene agua. Mediante un dispositivo adecuado, hácese que se quemee el alimento en el interior del primer recipiente, y el calor que la combustión produce es absorbido por el agua. La temperatura de ésta experimenta una subida, la cual se mide mediante un termómetro. Y esta temperatura mide las *calorías* desprendidas por el alimento en cuestión a consecuencia de su combustión.

La *caloría* es, pues, la cantidad de calor que se necesita para que un kilogramo de agua aumente su temperatura en un grado.

Cada gramo de grasa proporciona, *al ser quemada*, 9,3 calorías, es decir, *hace aumentar 9,3 grados* la temperatura del

kilogramo de agua. Un gramo de hidrato de carbono y un gramo de proteína sólo la hace subir 4,1 grados.

Ahora bien : puesto que en nuestro cuerpo tienen lugar también combustiones, en virtud de la respiración principalmente, la destrucción de nuestra propia sustancia da lugar a la producción de calor, y este calor es medible también en calorías. Para ello se encierra en una cámara la persona o animal que se va a someter a la experiencia, bien en quietud, bien a pleno trabajo, y se llega a saber exactamente el número de calorías que la actividad del individuo, en uno y en otro caso, proporciona.

Así se sabe que un hombre que desempeña profesión sedentaria desprende durante las veinticuatro horas sólo 2.700 calorías ; y, en cambio, quienes realizan un trabajo físico duro liberan 4.000 y más calorías.

La mujer desarrolla un trabajo equivalente a los  $\frac{4}{5}$ , en calorías, de un hombre corriente ; y los niños tan sólo la mitad.

Pero no sólo se trata de reponer esas pérdidas de calor ; hace falta, además, reedificar materia orgánica, parcial o totalmente destruída, y aun células enteras que perecen a lo largo de la vida de nuestro cuerpo.

Basta que nos fijemos en cómo se alimenta un niño pequeño, así como un mamífero recién nacido : puesto que el ser va creciendo, la leche materna debe de contener todos los alimentos que necesita ; la *leche* es, por consiguiente, un *alimento completo*. Y, en efecto, el análisis lo demuestra : la leche contiene una parte de proteína o albúmina, seis partes de hidrato de carbono y tres partes de grasa ; en diez partes, pues, una parte es de sustancias proteicas. Y estas proporciones nos dan la pauta para la composición que deba tener el conjunto de alimentos a ingerir durante el día, lo que se llama la ración alimenticia, si bien aumentando algo la parte correspondiente a la albúmina.

Las proteínas de origen vegetal son de menor valor que

las animales. Además, éstas, las animales, dan más calor, por lo cual cuidan mucho de tomarlas en cantidad los pueblos septentrionales, como los esquimales, grandes consumidores de carnes durante la época de la pesca de las focas, y así pueden hacer frente al terrible frío que han de sufrir, pudiendo incluso dormir en sus propios trineos durante aquella campaña. Las sustancias albuminoideas no se acumulan en el cuerpo aunque se tomen en exceso; en cambio, lo contrario ocurre con las grasas y los hidratos de carbono, que quedan almacenados en forma de grasa o manteca, en previsión de algún momento en que la alimentación no fuese suficiente para atender a la demanda de aquellas sustancias a causa de un exceso de trabajo, o de cualquier enfermedad y su convalecencia.

ELECCIÓN DE LOS ALIMENTOS.—Las clases de alimentos que, combinados entre sí, constituyen la ración o, dicho de otro modo, el *menú* o cubierto, varían mucho de unos pueblos a otros, así como de unas personas a otras. Así, los chinos, japoneses e indios se alimentan casi exclusivamente de arroz; los pobladores de las islas del Pacífico se nutren de frutas, y, en cambio, los esquimales no comen sino carne y grasa en cantidades extraordinarias.

Resulta, pues, que hay pueblos carnívoros, como esos esquimales, que comen carne de focas, renos, morsas y ballenas. La piel de las ballenas jóvenes es rica en almidón animal y se la considera como un manjar exquisito. Las únicas plantas de que en su país se dispone son algas y algún vegetal terrestre, que comen con almejas. Muchos indios son pobres y no pueden añadir carne a su arroz, y el pescado que comen no es suficiente para proporcionar proteínas en la cantidad requerida. Por consiguiente, su desarrollo físico es raquítico, y de ahí la poca resistencia de que adolecen para trabajos duros. En cambio, las tribus que habitan en las

montañas del Indostán comen carne con el arroz, y por esto tienen el vigor físico de que carecen los bengalíes.

Nosotros estamos habituados desde tiempos remotísimos a alimentarnos con carnes y vegetales en lugar de adoptar una alimentación exclusiva a base de lo uno o de lo otro solamente. Las sustancias albuminoideas o proteicas constituyen el renglón más caro de los alimentos; por esto cuando hay que reducirlas se recurre a los vegetales, especialmente las legumbres, que las contienen en gran cantidad. Como esas sustancias abundan en las carnes, pescados, quesos y huevos, se deduce que estos alimentos entran forzosamente en alguna de nuestras comidas, aunque otras no tengan más que hidratos de carbono—féculas—y grasas. Asimismo debemos ingerir frutas, hortalizas verdes y leche.

Las mezclas de los tres grupos de alimentos en las comidas tienen la ventaja de estimular el apetito y efectuarse la digestión con mayor rapidez. Conviene dar variedad a los alimentos, a fin de no fatigar el gusto a fuerza de monotonía.

El alcohol en los buenos vinos de uva, tomado en cantidad de unos 100 gramos de vino diarios y en dosis fraccionadas, no sólo constituye una bebida higiénica, sino un alimento *dinamógeno*, dice el Dr. Decref con referencia a las *personas adultas sanas*.

La cantidad de alimento la mide aproximadamente nuestro apetito, a menos que, faltando éste, nos imponamos férreamente la obligación de alimentarnos con tal de no perder energías y peso. Tanto como la cantidad, debe ser atendida la calidad de los alimentos y la manera de combinarlos, que no siempre es racional. El comer cuando se tiene apetito constituye buena regla, pero es preciso no comer desafortadamente, pues los alimentos sólo nutren bien cuando son ingeridos despacio y después de una perfecta masticación. Hay que comer

cuando se tiene apetito; no debe comerse entre dos comidas, y bastan tres comidas durante el día.

LA INANICIÓN. EL AGUA.—Tan imprescindibles como los alimentos son las bebidas, sobre todo el agua. Se puede llegar a dejar de comer durante dos semanas o más sin peligro con tal de que el ayunador se preserve eficazmente contra la pérdida de calor y beba una cantidad adecuada de líquido. Algunos ayunadores profesionales han conseguido prescindir de alimentos durante más de un mes. La muerte por inanición es menos penosa de lo que suele creerse, según testimonio de muchos exploradores, a los que va atacando una especie de somnolencia o indiferencia cada vez mayor. Lo peor que puede suceder es el quedarse a la intemperie, con la pérdida de calor consiguiente. Los sufrimientos son mucho mayores cuando sobreviene la sed, en cuyo caso la muerte se presenta mucho más rápidamente.

Las pérdidas constantes de agua que nuestro organismo experimenta en virtud de la evaporación pulmonar y cutánea y de la filtración renal o urinaria, y la necesidad en que nos hallamos de que todos nuestros tejidos estén holgadamente saturados de agua, condición indispensable para vivir con salud y mantenernos con el peso óptimo, explican la grande e ineludible necesidad de ingerir el precioso líquido, acuciados por la sensación indefinida de *sed*.

El *agua*, para poder ser bebida, ha de reunir dos condiciones: *potabilidad* y *pureza microbiológica*.

El agua destilada no es potable, por faltarle el mínimo de sales que exigen nuestras células y tejidos para su vida y para reparar sus pérdidas en sustancias minerales, que sólo el agua puede ceder al organismo.

Las aguas llamadas *minerales* tienen en exceso alguna determinada sustancia mineral; de ahí el que se llamen sulfhídricas, o purgantes, o nitrogenadas, o bicarbonatadas, ra-

diactivas, etc. No son aguas potables para la mayoría de los individuos, si bien tienen un carácter medicinal, que las hace indicadas para todo aquel que sufra algún padecimiento cuya curación o alivio puede ser conseguido por la acción de una u otra sustancia mineral.

Otras condiciones que el agua potable ha de reunir es que disuelva fácilmente el jabón y forme abundante espuma en seguida; cueza las legumbres y no tenga materias en suspensión.

De ahí la práctica del decantado o sedimentación y el filtrado de los servicios públicos de abastecimiento de aguas.

Microorganismos susceptibles de existir en las aguas, incluso potables, y a veces abundar, son los bacilos tíficos, procedentes de filtraciones de heces fecales, o por extraerse el agua de ríos que hayan pasado por núcleos de población. Ello exige una gran vigilancia sanitaria, el análisis frecuente del agua, la acción de los antisépticos y los rayos ultravioleta, y en caso de peligro evidente, la clausura de fuentes y conducciones sospechosas.

#### Temas relativos al capítulo IV

1. ¿Cuáles son los principales elementos químicos de que está formado el cuerpo?
2. El modo de alimentarse las plantas, ¿en qué se diferencia del de los animales? ¿Por qué, entonces, los vegetales son indispensables para los animales?
3. Enumérense las tres clases de sustancias alimenticias y dése ejemplos de cada una. ¿Cuáles de esas sustancias son imprescindibles para el crecimiento del cuerpo, y por qué?
4. ¿Qué diversos usos competen a los alimentos en el cuerpo?
5. ¿Existe algún alimento que sea perfecto, por satisfacer todas las demandas del cuerpo?
6. Razónense las ventajas de los hidratos de carbono, de las sustancias proteicas y de las grasas.
7. Exprésese a qué son destinadas las diversas sustancias alimenticias.



cias de una comida ordinaria. Hágase un plan de alimentos económicos para un adulto.

8. Dígase qué principales sustancias están contenidas en el pan, la carne y la leche.  
¿Qué ventajas y qué inconvenientes tiene una alimentación vegetariana comparada con una alimentación mixta?
9. ¿Por qué se suele mezclar la manteca con el pan, y las patatas con la carne?
10. ¿Qué es una caloría? ¿Cómo se valoran y determinan las calorías que es capaz de desprender un alimento?
11. ¿Por qué conviene incluir hortalizas en la ración alimenticia?
12. ¿Qué son vitaminas, y en qué alimentos existen?
13. ¿Por qué el régimen de alimentación de un esquimal sería inadecuado para los pobladores de tierras de clima cálido? ¿Serán iguales la alimentación de un pastor pirenaico y la de un segador andaluz?
14. Diga cuanto sepa acerca del ayuno y sus efectos.

## CAPITULO V

### LA DIGESTION

Los alimentos han de ser digeridos antes de que nuestro cuerpo pueda servirse de ellos, toda vez que las células son incapaces de englobar partículas sólidas a la manera de la amiba ; y no solamente es necesario ofrecerles de todo para que ellas se apoderen de lo que a cada una apetezca, sino presentárselos en forma líquida. Además, las mismas células exigen que, líquidas y todo, las moléculas alimenticias estén en forma de combinación la más sencilla posible. Todo esto requiere una *preparación escalonada*, que no es otra cosa que la *digestión*, en virtud de un conjunto de operaciones que tienen lugar a lo largo del tubo digestivo (figs. 16 y 17).

ORGANOS DEL APARATO DIGESTIVO.—La *boca* viene a ser el vestíbulo por donde se entra en el tubo digestivo ; los carrillos, con sus dientes y glándulas salivares, constituyen el molino mecánico que tritura los alimentos, preparándolos para que se mezclen bien con los jugos digestivos. El *esófago* es la porción de tubo que sigue a la boca y que está en comunicación con el *estómago*, verdadera dilatación del tubo digestivo. Cada extremo del estómago tiene un anillo elástico, musculoso, dispuesto siempre a relajarse y a abrirse automáticamente para permitir la entrada de los alimentos, o ha-

cerlos seguir adelante, hacia el *intestino*, que es la porción más larga del tubo digestivo, pues mide varios metros, y tiene gran importancia. Debido a tanta longitud, está for-

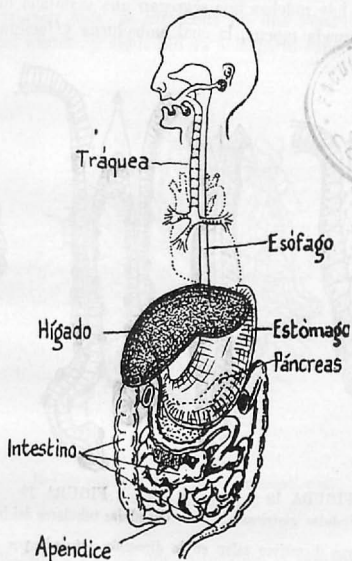


FIGURA 17

El tubo digestivo.

mando una especie de ovillo en la cavidad del abdomen. La porción de intestino que sigue inmediatamente al estómago es el *delgado*, y la que continúa a éste se denomina *intestino grueso*, por tener mayor diámetro. El *ano*, que es la porción

terminal del intestino y, por consiguiente, del tubo digestivo, tiene también un músculo en forma de anillo.

El tubo digestivo se halla tapizado interiormente por una membrana llamada *mucosa*, porque entre sus células componentes hay muchas que segregan una sustancia lubricante denominada *mucus*, la cual embadurna y facilita el paso

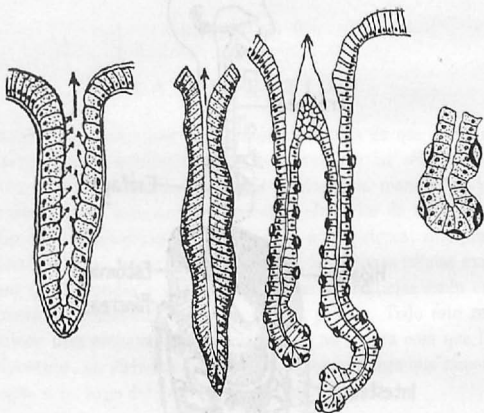


FIGURA 18  
Glándulas gástricas.

FIGURA 19  
Glándulas tubulares del intestino.

Los jugos digestivos salen en la dirección señalada por las flechas.

de los alimentos. Con esas células coexisten en la propia mucosa millares de glándulas de forma tubulosa, que segregan los jugos activos de la digestión (figs. 18 y 19).

Las paredes del tubo contienen además fibras musculares lisas, cuyas contracciones se propagan en forma de ondas a lo largo del estómago e intestino, los cuales van empujando paulatinamente los alimentos entremezclados con los jugos

digestivos en dirección hacia la terminación del tubo intestinal.

Dos órganos importantes se relacionan con el tubo digestivo, a saber: el *hígado* y el *páncreas*. El primero está situado inmediatamente debajo del diafragma, y el jugo que segrega, llamado *bilis*, se almacena en una vesícula situada debajo del hígado, y desde allí va a la parte superior del in-

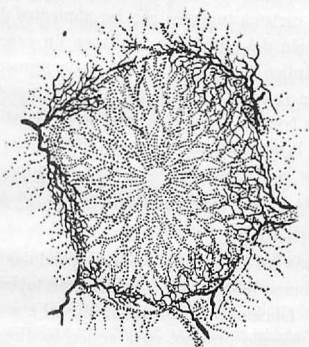


FIGURA 20

Red de capilares del hígado. En negro, conductos biliares.

testino delgado a medida que lo requiere la presencia de las grasas contenidas en los alimentos, y sobre las cuales la bilis actúa.

El hígado es una glándula de enorme tamaño, un órgano compacto. Más adelante veremos otras funciones desempeñadas por el hígado (fig. 20).

Inmediatamente debajo del estómago está el *páncreas*, órgano ligeramente plano, cuyas células segregan un jugo

de gran poder digestivo, el cual también es vertido en la porción superior del intestino delgado.

FASES DE LA DIGESTIÓN A LO LARGO DEL TUBO DIGESTIVO. El primer líquido digestivo es la *saliva*, segregada por tres pares de glándulas situadas en la boca, y que se entremezcla con los alimentos mientras éstos son masticados, y los reblancece y conglojera; además, la saliva contiene un *fermento* o sustancia activa importante, cuya presencia ante los hidratos de carbono ingeridos con los alimentos determina la transformación del almidón o fécula en un azúcar, llamado *glucosa*, idéntico al de la uva; ésta es la primera operación química que se realiza a lo largo del tubo digestivo, y, por tanto, en la boca se inicia el proceso de la digestión. Muchas veces basta la contemplación o, mejor aún, el olor de la comida para que la boca se nos *haga agua*, es decir, se llene de saliva, como para preparar la digestión de los primeros bocados.

DIGESTIÓN EN EL ESTÓMAGO.—Las glándulas interpuestas en la membrana mucosa que interiormente tapiza al estómago (fig. 18) fabrican un jugo ácido, el cual contiene un fermento denominado *pepsina*, cuya acción se dirige siempre a las sustancias albuminoideas o proteicas, las cuales son disueltas por aquélla, que descompone las grandes y complicadas moléculas de dichos compuestos alimenticios en moléculas más sencillas, llamadas *peptonas*; algo así como si una medida métrica muy grande la descomponemos en un complejo de medidas menores, o una casa en los ladrillos de que está hecha. Los alimentos permanecen en el estómago un tiempo que varía según su naturaleza, pero en general el estómago no queda vaciado lo más pronto sino después de transcurridas cuatro horas. Mediante las contracciones ondulatorias de sus paredes, el estómago empuja gradualmente los alimentos hacia el extremo inferior y más angosto, que se

denomina *molino pilórico*, porque bate los alimentos, mezclados con la pepsina, los cuales constituyen ya un líquido, denominado el *quimo*. Parcialmente digeridos, pasan de una manera discontinua al intestino delgado, en virtud de la apertura y cierre alternativos del anillo muscular que en el píloro guarda la salida del estómago. Cuando una parte del quimo está ya *en punto* para poder pasar al intestino, ábrese la válvula; se cierra luego, y siguen los alimentos experimentando la disolución y simplicación que opera la pepsina del estómago al actuar sobre las proteínas; no bien una nueva porción de éstas ha sido digerida, ábrese nuevamente la válvula, pasa nueva porción de quimo al intestino, y así sucesivamente.., hasta que todo el alimento ha pasado al intestino.

DIGESTIÓN EN EL INTESTINO DELGADO.—En el intestino delgado actúan la *bilis*, el *jugo pancreático*, más todavía otro líquido, segregado por las glándulas del propio tubo (fig. 19), y que por esto se llama *jugo intestinal*. De los tres tiene mucha importancia el jugo pancreático, por contener tres fermentos activos, que digieren a las proteínas, a las grasas y a los hidratos de carbono, por lo cual completa la acción digestiva del estómago y de las glándulas salivares; el fermento que digiere a las proteínas, llamado *tripsina*, lo que hace realmente es simplificar todavía más las peptonas, o sea las sustancias proteicas digeridas por la pepsina, transformándolas en moléculas más sencillas y aptas para ser absorbidas. Las grasas y el almidón quedan asimismo simplificadas mediante otros fermentos.

OSMOSIS INTESTINAL O ABSORCIÓN.—Además de digerir los alimentos, el intestino delgado absorbe a través de su mucosa la mayor parte de los productos de la digestión. Para ello aquella membrana está dispuesta de tal modo, que su superficie es muy grande, gracias a los muchos pliegues que pre-

senta y a que cada arruga presenta hacia adentro del tubo intestinal unos salientes en forma de raicillas o diminutos dedos de guante, denominados *vellosidades*. Cada vellosidad contiene una red de capilares sanguíneos y un pequeño tubo central, denominado vaso *lácteo* o *quilífero* (fig. 21), nombres que

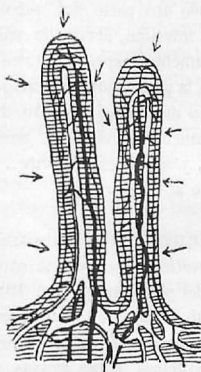


FIGURA 21

Vellosidades intestinales, con vasos quilíferos, arterias y venas.

Las flechas indican la dirección de la ósmosis o absorción de los alimentos, que en forma de *quilo* llenan el intestino.

aluden al aspecto lechoso y a llamarse *quilo* el líquido en que los alimentos se hallan transformados por efecto de la digestión intestinal. Este aspecto lechoso es debido a la presencia de numerosas gotitas grasientas; y ese líquido es el que llena el tubo central de las vellosidades, y cada tubo vierte a su vez en otros que van entrelazándose; relacionados con el sistema circulatorio, y con la sangre, por consiguiente, constituyen estos tubos la red de *vasos linfáticos*, distribuida por todo el cuerpo, siendo la linfa el líquido que por ellos circula, constituida principalmente por las grasas procedentes de los alimentos y absorbidas por las vellosidades intestinales. Las proteínas y las sustancias hidrocarbonadas se filtran di-

rectamente a los capilares de las vellosidades y son conducidas al hígado por venas que desembocan en un gran vaso, llamado *vena porta*.

Esta vena porta al penetrar en el hígado se ramifica en complicada red de capilares, entre cuyas mallas están las *células hepáticas*. Estas células (fig. 22) retienen de la sangre las sustancias azucaradas que ella trae del intestino y las trans-



forman en *glucógeno* o almidón animal; este almidón, en otro momento, determinado por las necesidades del individuo, volverán las células hepáticas a transformarlo en azúcar y lo verterán nuevamente en la sangre para que ésta la desplace por el cuerpo. El hígado *regula* de este modo la *proporción de azúcar disuelto* en la sangre, evitando que ésta lo contenga en exceso inmediatamente después de cualquier digestión, lo que sería muy peligroso.

Después de todos estos procesos químicos inherentes a la digestión, quedan, en el intestino sustancias inútiles, detritus indigeribles, desechos de los alimentos y de los mismos jugos digestivos. Lentamente son desplazados a lo largo del intestino grueso, hasta que llegan al ano, por el cual son expulsados en forma de heces mediante la apertura automática del anillo muscular que a modo de válvula mantiene el ano cerrado.

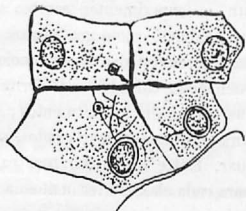


FIGURA 22

Células hepáticas. Los canales oscuros entre ellas son conductos biliares

LOS FERMENTOS.—Los fermentos son sustancias fabricadas por las plantas y por los animales vivos, y que gozan de la curiosa propiedad de originar con su sola presencia grandes cambios en cantidades de sustancia orgánica infinitamente superiores a la del propio fermento, mientras que para producir artificialmente las mismas transformaciones necesita el hombre aportar grandes cantidades de calor y enérgicos agentes químicos. La palabra recuerda el hecho de que el azúcar de uva se transforma, en virtud de la ac-

ción de los fermentos, en alcohol, con un burbujeo producido por el desprendimiento de gas carbónico<sup>1</sup>. Las semillas de cebada en germinación producen también esas transformaciones, por contener sustancias denominadas *fermentos* o *enzymas*. No se conoce todavía del todo la naturaleza química íntima de los fermentos, cuyo número de los descubiertos hasta hoy es elevado; no han podido ser aislados del todo y sólo se infiere su presencia por los cambios que producen.

Particularidad notable y típica de los fermentos es que, a pesar del trabajo químico que durante la digestión realizan, no experimenten cambio alguno, y además son capaces de producir, como ya hemos dicho, la transformación de grandes cantidades de sustancia con la sola presencia de pequeñas cantidades de fermento. Las temperaturas elevadas destruyen los fermentos; en cambio resisten temperaturas inferiores a cero grados, si bien entonces no pueden actuar. Entre estos extremos existe una temperatura óptima para cada clase de fermentos, a la cual realiza sus operaciones químicas mejor.

No hay planta ni animal que no tenga fermentos; gracias a ellos pueden las semillas en germinación movilizar las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono almacenados en ellas. Todos los tejidos de nuestro cuerpo contienen fermentos, y en la inanición se da el caso de que los tejidos menos importantes sean digeridos por los fermentos, con objeto de que su sustancia sea utilizada por los órganos y tejidos más esenciales para sostener la vida.

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

## Ejercicios prácticos

1. Procúrese un conejo, ya sacrificado, del cual se le haya quitado la piel; examínese su tubo digestivo. Colóquese sobre una tabla, panza arriba, con las extremidades abiertas; fíjense éstas sobre la madera mediante largos y fuertes alfileres.

Cogiendo un pellizco en la piel del abdomen, córtese con unas tijeras horizontalmente colocadas. Ensánchese la abertura hasta poder introducir los dedos de la mano izquierda; sígase cortando la piel hacia la cabeza, y después abdomen abajo, siempre por encima de los dedos, para evitar un tijeretazo en el tubo digestivo.

Todas estas operaciones y las siguientes se hacen mejor introduciendo dentro de una palangana o cubeta llena de agua el animal y la madera, que para eso tendrá sujeta una gruesa capa de plomo por la cara inferior.

Convendrá cortar transversalmente las costillas.

Obsérvese el hígado, con su color rojo oscuro, y véase cómo está inmediatamente debajo del diafragma. Por debajo del hígado se ve el estómago, al que sigue el intestino, con sus contorsiones y asas innumerables hasta el ano.

No es difícil abrir con las tijeras la cavidad torácica y seguir el tubo digestivo desde el estómago hasta la boca (esófago).

Ese pequeño estudio anatómico nos da una idea bastante aproximada de cómo es el tubo digestivo en el hombre.

Todavía durante esas operaciones tenemos ocasión de ver de paso otros dos importantes órganos, a saber: los pulmones y el corazón.

2. Con una pulgarada de almidón y un poco de agua haremos una mezcla, que diluiremos en más agua; calentada esta mezcla hasta que empiece a hervir dejaremos que se enfríe.

Ahora se tomarán dos tubos de ensayo, a los que adheriremos dos etiquetas, en uno la señalada con la letra A, y en el otro tubo la indicada con la letra B. En los dos tubos echaremos saliva previamente reunida en una cápsula. Calentaremos la saliva contenida en el tubo A, hasta ebullición. Dejemos que se enfríe. Ahora viértase aquella pasta de almidón por partes iguales en los dos tubos. Dejémoslos algún tiempo.

Echese otra porción del engrudo en un tercer tubo, y agréguesele una gota o dos de tintura de iodo; inmediatamente se teñirá de azul el contenido de este tercer tubo, color característico del almidón al reaccionar el iodo. Al cabo de un cuarto de hora de haber dejado los tubos A y B échese también una o dos gotas de tintura de iodo en esos

dos tubos. En el A aparecerá también aquella coloración azul oscura, y ello es indicación de que el almidón no ha sufrido cambio alguno; en cambio, en el tubo B no se manifiesta coloración, prueba de que el almidón ha sido digerido o transformado por la saliva no alterada por el calor.

### Temas relativos al capítulo V

1. Describese una idea de la secreción salivar. ¿Qué acción tiene la saliva sobre los alimentos, y cómo se puede demostrar?
2. ¿Por qué es necesario masticar los alimentos?
3. Describáanse los cambios que los alimentos experimentan en el estómago.
4. Enumérense las glándulas cuyos jugos son vertidos en el tubo digestivo, y dígase qué aplicación tiene cada uno de ellos.
5. Describáanse los diversos cambios que los alimentos sufren en el intestino delgado y en el intestino grueso.
6. ¿Cuál es el jugo digestivo más enérgico de todos, y dónde es fabricado? ¿Qué clase de sustancias alimenticias digiere, y en qué lugar del tubo digestivo tiene efecto esta digestión?
7. ¿Qué es un fermento? ¿Qué sabemos de los fermentos?
8. Describáanse brevemente los cambios que los alimentos experimentan en la boca y a lo largo del tubo digestivo. ¿Por qué es perjudicial comer en exceso?

## CAPITULO VI

### PREPARACION DE LOS ALIMENTOS

**VENTAJAS DE LA COCCIÓN.**—El hombre cuece casi todos los alimentos. En cambio, ni los animales carnívoros ni los herbívoros dejan de comer cruda la carne, la hierba o los granos. Pero por la cocción obtenemos varias ventajas. En primer lugar están más apetitosos; no es para subrayada la diferencia que hay entre comer cruda la carne o guisada; no sólo mejora el aroma y el sabor, sino que se modifica su consistencia, facilitando la masticación. Además, los diferentes guisos aumentan considerablemente la variedad de los platos, cuyo paladar es mejorado al adicionar los condimentos y salsas gratos al aroma y al sabor.

En la mayoría de los casos los alimentos, una vez cocidos, son más digeribles. Esto ocurre especialmente con los alimentos feculentos, tan importantes en la nutrición. Los vegetales contienen gran cantidad de materias no digeribles, las cuales, mediante la cocción, se ablandan, y quedan en disposición de ser atacadas por los jugos del tubo digestivo.

La cocción aniquila los microbios o gérmenes de enfermedades que con frecuencia hay en los alimentos de origen animal, como la leche, la carne. Mediante aquélla se efectúa casi una esterilización al quedar destruidos. Si no quedan destruidos completamente dichos microbios es debido a que el calor de la cocción no penetra hasta el interior de la car-

ne ; pero por lo menos su número disminuye, y con él el peligro de infección. El frío impide también el desarrollo de los gérmenes que con el polvo hayan podido caer sobre la superficie de los alimentos, y de ahí la práctica de las cámaras frigoríficas, que evitan la putrefacción.

La cocción motiva el que puedan combinarse diferentes alimentos, a la vez que resultan más aptos para el ataque por los jugos digestivos.

Ahora bien : todos sabemos que hay varias clases de guisos para un mismo alimento : el asado, el horno, la fritura, la ebullición, la concentración. En todos estos casos se aplica calor, pero la temperatura varía. Así, en la ebullición aquélla viene a ser la del agua al hervir ; en cambio, en el asado y en el horno es variable con la del horno ; en el frito, la temperatura no puede exceder de la de ebullición de la grasa o aceite en que se hace este guiso. Como es mucho mayor que la del punto de ebullición del agua (100 grados), el alimento en este caso es mucho más rápidamente cocido que si fuera hervido.

En los fritos conviene que los trozos no sean muy grandes, porque el calor sólo se aplica por la cara inferior ; mientras que en el asado al horno y en el hervido el calor llega por todas partes.

CAMBIOS PRODUCIDOS POR LA COCCIÓN. LA CARNE.—Al ser la carne guisada, truécase su habitual color rojo en un tono parduzco, y la superficie adquiere más consistencia, a causa de la coagulación que las proteínas experimentan por efecto del calor. Si en cuanto apareció ese cambio de tono suspendemos la cocción y cortamos la carne, veremos que por en medio sigue con su primitiva coloración rojiza ; el calor apenas penetró en el espesor de la carne.

En el estofado la carne es dividida en trozos pequeños y puestos en agua fría ; en este caso la cocción produce efectos distintos. Las sustancias que dan sabor y olor a la carne

son solubles en el agua, y ésta se apodera de ellas por no haberse obturado los poros, como se obturan al coagularse las proteínas. Estas sustancias se disuelven en el agua fría, por lo cual, cuando al cocer aumenta la temperatura, resulta que la carne va guisándose en su propio jugo. El cortar la carne en trozos pequeños aumenta considerablemente la superficie de ataque por el agua. Cuando la carne ha de ser hervida no conviene ponerla antes en agua fría, sino en agua hirviendo, porque, de otro modo, la carne quedaría despojada de sus sustancias sápidas al disolverse en el agua fría, además de perder poder nutritivo, porque las proteínas o parte de ellas contenidas en la carne emigran al agua fría.

El *jugo* se obtiene embebiendo esta carne cortada en trozos en agua fría durante media hora, y calentando después suavemente. No puede considerarse este caldo como alimento nutritivo, porque sólo contiene una pequeña cantidad de proteínas; pero a causa de las materias sápidas disueltas que contiene, se emplea como estimulante para los convalecientes y enfermos.

Los huesos proporcionan un caldo excelente, integrado en gran parte por *gelatina*, la cual procede del tejido fibroso y de los ligamentos de los huesos. Su poder nutritivo no puede compararse con el de la albúmina o proteína, a pesar de las pequeñas cantidades de nitrógeno que la gelatina contiene. En la sopa hay también gelatina, procedente de los huesos que se echan con la carne. Las legumbres que se le añaden—garbanzos, guisantes, lentejas—completan el gran poder nutritivo de aquellos alimentos animales.

ALIMENTOS FECULENTOS.—Proceden de harinas tales como las de trigo y avena, y de la fécula o harina de la patata. El almidón está en forma de granito (fig. 23), que han de ser disueltos antes de que puedan transformarse en azúcar en disposición de ser absorbido por nuestro cuerpo. Al calentarlos.

esos granos de almidón se hinchan, y el agua los adhiere entre sí, formándose un engrudo o pasta. Si se le echa agua hirviendo, los granos revientan, y la pasta adquiere transparencia. Así se facilita mucho el ataque por los jugos digestivos, la saliva particularmente.

Las hortalizas, como la col, coliflor, nabo, no contienen tanta fécula, y sí mucha *celulosa*, formada por las membranas celulares vegetales, y que si bien no es absorbida porque no la digieren los jugos del tubo digestivo, embadurna las paredes de éste, facilitando así la marcha de los alimentos y evitando el estreñimiento.

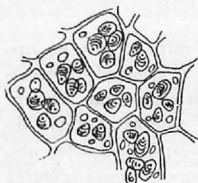


FIGURA 23

Células de lo blanco de una patata, rallada, con granos de almidón o fécula. Muy aumentado.

LAS GRASAS. — No calentándolas en exceso, las grasas experimentan poca transformación. Si no, se forman determinados ácidos, que llegan a molestar por su penetrante olor. Los manjares preparados con gran cantidad de grasa, como ciertos pasteles, son algo indigestos, y ello es debido a que el líquido grasoso tiende a recu-

brir los granos de almidón de la harina, impidiendo de esta suerte que los jugos digestivos los alcancen y disuelvan.

Para freír conviene no poner el alimento en la cacerola o sartén hasta que la grasa, el aceite, inicie su ebullición, lo cual se conoce porque comienzan a desprenderse unos vapores azulinos. En estas condiciones, el frito jamás es grasiento. Si el alimento se coloca antes de que la grasa haya alcanzado la temperatura indicada por aquellos vapores, la grasa penetra en los intersticios de la carne o pescado y se queda grasoso por no haberse obturado los poros. Además, la grasa,



líquida, envuelve las partículas alimenticias y disminuye su digestibilidad.

ACCIÓN DE LA LEVADURA Y DE LA HARINA.—Estudiaremos la acción de la levadura sobre los alimentos feculentos o farináceos. Si el pan estuviese simplemente hecho con harina y agua sin levadura, obtendriase una masa compacta al cocerlo en el horno, en vez de ser esponjosa y subida.

Las levaduras o fermentos son pequeñas células vegetales que se dividen rápidamente, aumentando así su número (1); esto ocurre mientras las condiciones son favorables, como la humedad, cierta temperatura adecuada, y alimento en forma de azúcar o almidón. De esta suerte el almidón puede ser transformado en azúcar, y éste, a su vez, cambiarse en alcohol, con desprendimiento de gas anhídrido carbónico. Cuando la masa ha sido mezclada con levadura bajo un calor apropiado, las células de la levadura comienzan a multiplicarse, y se desprenden pequeñas burbujas de gas carbónico, que acribillan la superficie de la pasta. Esta empieza a hincharse cada vez más, pues el calor contribuye a dilatar las burbujas gaseosas, y acaba por tomar un aspecto esponjoso. Al ir aumentando la temperatura, la levadura sucumbe, y los granos de almidón se hinchan y revientan durante la cocción.

La materia amilácea del pan, previamente preparada con levadura y lleno de ojos, que le dan contextura esponjosa, es atacada por los jugos digestivos con mucha mayor facilidad y rapidez que si la masa hubiese sido metida en el horno sin interponerle antes aquella levadura, y con consistencia amacotada y compacta.

EL APETITO.—El apetito constituye el medio por el cual

---

(1) Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

las células del cuerpo piden el alimento necesario para subvenir a sus necesidades. No cabe la menor duda de que el apetito constituye la mejor salsa con que cabe condimentar los alimentos, pues teniendo ganas de comer parecen más sabrosos y además son digeridos mejor. El apetito aumenta el volumen de jugos digestivos segregados. Ya sabemos cómo la simple contemplación o el aroma de un manjar apetitoso produce el efecto de hacerse la boca agua, consecuencia de una abundante secreción de saliva, que prepara la digestión de las sustancias amiláceas ya desde antes de hallarse éstas en la boca. Los restantes jugos del tubo digestivo son segregados en gran abundancia cuando el alimento es apetitoso, y por esto su digestión será más perfecta y completa. Siendo, pues, el apetito el mejor colaborador de la digestión, vamos a ver cómo debe cultivarse.

El ejercicio prudente al aire libre es el mejor procedimiento para adquirir un sano apetito, y en cambio el comer entre las comidas usuales es el mejor camino para perturbarlo y perderlo. Los alimentos deben estar siempre bien cocidos y cuidadosamente presentados; el mantel debe estar lo más limpio posible siempre, y la mesa debe tener buena presentación, pues estos detalles contribuyen a aumentar la apetericia por la comida.

Las emociones fuertes destruyen el apetito más que otra cosa cualquiera. Un susto o una gran excitación anula nuestro apetito y además paraliza en el acto la secreción de los jugos digestivos. Nuestra boca se queda seca en cuanto por causa de una gran sorpresa o preocupación es interrumpida la secreción salivar. De ahí la buena regla: procurar que mientras se está comiendo tengamos el ánimo contento, inhibido de preocupaciones, a fin de que el sistema nervioso pueda estar por completo dedicado al trabajo de la digestión.

LA INDIGESTIÓN.—La indigestión sobreviene cuando el

tubo digestivo está sometido a un exceso de trabajo o cuando carece de fuerzas bastantes para verificarlo bien. Cuando sufrimos de indigestión, lo que hay en el intestino dista mucho de ser quilo que va a transformarse en sangre; es un caldo sucio, maloliente, cultivo de toda clase de bacterias, fermentaciones y putrefacciones dolorosas y peligrosas, que producen los cólicos, los cuales arrastran consigo el agua de nuestro propio organismo y hasta sus importantísimas sales minerales, como las de calcio, que son tan esenciales para el sistema nervioso, los huesos, los dientes y los pulmones. Tal vez las causas más frecuentes de indigestión son las derivadas de una incompleta preparación de los alimentos en la boca; en lugar de haberlos mezclado perfectamente con la saliva, los alimentos son deglutidos con falta de este jugo, y ya llegan al estómago insuficientemente atacados, obligando a éste a una sobrecarga de trabajo. Por otra parte, si tragamos deprisa, el estómago se encuentra de pronto cargado de exceso de materia alimenticia y no puede hacer frente al trabajo a que se le obliga súbitamente. Las comidas a deshora son otras causas de indigestión, pues el estómago no puede trabajar continuamente, sino que sus células, como todas, necesitan también sus horas de descanso. Una emoción muy fuerte no sólo puede anular el apetito, sino ser causa de indigestión si hay alimentos en el tubo digestivo, porque las células glandulares dejan de segregar sus jugos en la cantidad normal. El efecto que produce una emoción es el mismo que ocasiona el cansancio del cuerpo o del espíritu: insuficiencia de secreción de los jugos digestivos.

\* \* \*

En España se come y se cena muy tarde, muchas veces a las dos de la tarde y a las nueve y aún las diez de la noche. Entre la cena y la hora de acostarse deben mediar tres horas;

calcúlese a cuál habría que acostarse si no hubiese que levantarse entre siete y ocho de la mañana.

El sistema francés de comer a las doce y cenar, lo más tarde, a las siete, es el ideal.

Los ingleses desayunan fuerte : huevos fritos, jamón, bistec, etc. ; al mediodía toman un bocadillo ligero, hacen a las cuatro una comida abundante, para sostenerse después con dos ligeras colaciones.

### Ejercicios prácticos.

1. Mézclese una pequeña cantidad de almidón con un poco de agua fría hasta formar una pasta pegajosa. Añádase un poco de agua hirviendo, agitando. Obsérvese cómo el almidón cambia de color y adquiere un tinte azulado y se hace transparente. Fijémonos en que la mezcla es cada vez más pastosa y gelatinosa por efecto de hincharse y reventar los granos del almidón.

2. Tómese un pedazo de carne como de cien gramos, y desmenúcese después de separarle la grasa que pueda llevar. Sumérjase en agua fría ligeramente salada. Déjese así durante media hora ; obsérvese que el agua ha adquirido un tinte rojizo y que la carne es ahora más pálida que antes ; es evidente que la sustancia coloreante de la carne ha quedado en parte disuelta en el agua y separada de aquélla.

Echese el líquido en una pequeña cacerola y caliéntese hasta que hierva, teniendo cuidado de remover mientras. El color del líquido se hará parduzco. Después que se haya enfriado, viértase en un vaso ; veremos que el líquido está lleno de partículas parduzcas, que poco a poco se van sedimentando, y el líquido se aclara casi por completo. Esas partículas son de proteína o albúmina, que primero fué disuelta por el agua fría y que después han quedado coaguladas por la ebullición. Nótese el agradable sabor del líquido a carne.

3. Echese cien gramos de carne en agua hirviendo, y déjese en ella durante un cuarto de hora. Quitese, pártase en trozos y sumérjase luego en agua fría, a la que se ha añadido un poco de sal. Después de media hora no observaremos el menor cambio de color en el agua. Escúrrase ésta y hiérvase. No observaremos la presencia de partículas sólidas, o si acaso muy pocas ; el líquido no dejará de tener grato sabor a carne, porque algunas de las sustancias que le dan buen

gusto han quedado disueltas y absorbidas por el agua; pero ese sabor no será tan acentuado como en el caso del experimento precedente.

4. Hiérvase una col y compárense sus hojas con las de una col cruda. Obsérvese cómo las de la primera se han ablandado.

### Temas referentes al capítulo VI

1. ¿Qué clases de sustancias deben entrar en una ración alimenticia apropiada? ¿Qué ventajas y qué desventajas tienen los alimentos cocidos?
2. ¿Qué cambios produce la ebullición en la carne y en las patatas?
3. ¿Qué les sucede a los granos de almidón de la harina cuando se mezclan con agua y se calienta luego la mezcla?
4. ¿De qué manera el apetito ayuda a la digestión?
5. ¿Por qué se utiliza la levadura en la fabricación del pan?
6. ¿Cómo se fabrica el pan? ¿Qué transformaciones experimenta el pan después de que ha sido masticado y reblandecido?

## CAPITULO VII

### LA CIRCULACION DE LA SANGRE

LOS CAPILARES.—Cuando apretamos los dedos unidos de la mano contra una ventana, la luz aparece teñida de rojo por entre las juntas de aquéllos, debido a que la delgada capa de piel es algo transparente, o traslúcida, y la luz queda teñida de rojo por la sangre. Si análogamente nuestro cuerpo fuese traslúcido y tuviésemos talla gigantesca, nuestro aspecto sería maravilloso: todo el cuerpo aparecería recubierto por una red escarlata delicadísima, a modo de velo. Si continuásemos la observación en los órganos, también hallaríamos que éstos estaban cubiertos por una gasa semejante. Se trata de los *vasos capilares*, que conducen la sangre y la hacen llegar a todas las células de nuestro organismo. La corriente escarlata discurre sin cesar por aquellos vasos desde que nacimos hasta que nuestra vida se extinga.

EL CORAZÓN.—¿Cómo y quién hace circular la sangre? Apliquemos el oído contra cualquier lugar de la superficie del tórax o pecho; en el acto advertiremos un ruido especial, como de una fragua distante. Este sonido es producido por los latidos o golpes del corazón; a cada latido, el corazón se contrae y lanza sangre a los grandes vasos. El corazón carece de émbolo, a pesar de su semejanza con una bomba; no le es

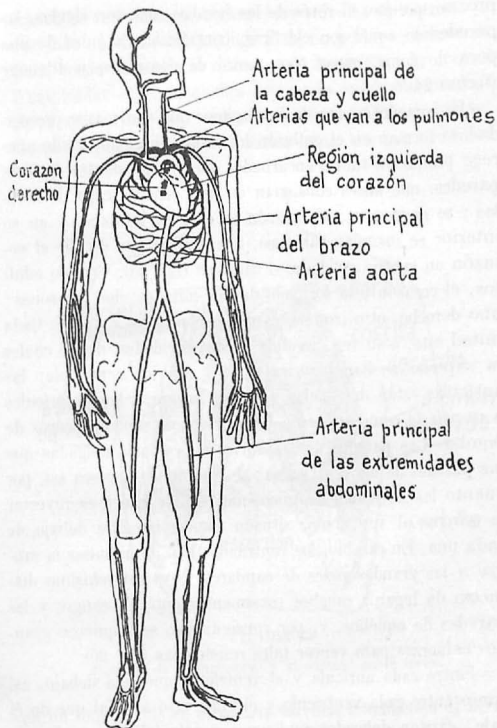


FIGURA 24

Esquema de las principales arterias.

preciso, porque, al revés de las bombas, que son rígidas, las paredes de aquél son elásticas, contráctiles, a guisa de una pera de goma, capaz, por tanto, de contraerse y dilatarse (figura 24) <sup>1</sup>.

El corazón es uno de los órganos que con mayor precocidad se forman en el embrión humano; en el huevecillo aparece pronto un tubito encarnado, que ya late dentro de unas paredes, que antes consistían en una sencilla capa de células; se engruesan; el corazón se encorva un poco, y en su interior se insinúan tabiques, que acaban por dividir el corazón en cuatro cavidades o cámaras (fig. 25). Cuando adultos, el corazón está formado de dos mitades, dos corazones: uno derecho, otro izquierdo, unidos o pegados entre sí. Cada mitad está, a su vez, dividida en dos cavidades, de las cuales la superior se llama *aurícula*, y la inferior *ventrículo*; las aurículas están destinadas a *recibir* sangre, y los ventrículos a *impelerla* como si fuesen los émbolos de sendos cuerpos de bomba. Las paredes de las aurículas son más delgadas que las paredes de los ventrículos; se comprende que sea así, por cuanto las aurículas lo único que han de hacer es inyectar la sangre al ventrículo, situado inmediatamente debajo de cada una. En cambio, los ventrículos han de impulsar la sangre a las grandes redes de capilares, cuyo estrechísimo diámetro da lugar a muchos rozamientos entre la sangre y las paredes de aquéllos, y, por consiguiente, se requieren grandes esfuerzos para vencer tales resistencias (fig. 26).

Entre cada aurícula y el ventrículo que está debajo, así como entre cada ventrículo y el gran vaso arterial que de él sale, existen delicados repliegues o *válvulas*, encargadas de dirigir la corriente sanguínea. Cuando la aurícula se contrae y obliga a la sangre a entrar en el ventrículo, las válvulas quedan aplastadas contra las paredes del ventrículo; pero en

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre los fenómenos*.



cuanto el ventrículo se contrae, las válvulas se cierran, produciendo un chasquido análogo al de un portazo; así, cerrándose, queda impedido el retroceso de la sangre a la aurícula. Unas bridas sujetan aquellos repliegues valvulares desde las paredes del ventrículo, a fin de que no puedan traspasar el dintel y no hagan como las puertas locas, que giran lo mismo

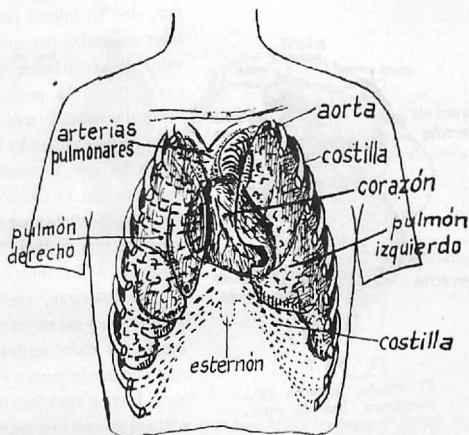


FIGURA 25

Posición de los pulmones y el corazón en el tórax.

en un sentido que en otro. Las válvulas situadas en el arranque de las grandes arterias recuerdan pequeñas bolsas; son tan finas como la seda; cuando sale la sangre de los ventrículos, ella misma las aplasta contra las paredes, pero cuando el ventrículo deja de contraerse para entrar en dilatación, la misma sangre, al tender a retroceder, abre las pequeñas bolsas y queda interrumpida la comunicación (fig. 27).

Como músculo que es, el corazón se contrae y se relaja, pero esto lo hace de una manera rítmica durante unas setenta y dos veces por minuto. Si las demandas de sangre son mayores, los latidos adquieren mayor velocidad.

El modo de lanzar el corazón la sangre fuera de sí es muy parecido a lo que ocurre en un campo de trigo cuando sopla el viento: los largos y finos tallos no se abaten todos a la

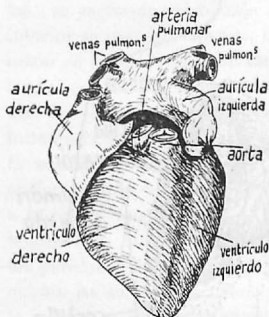


FIGURA 26

El corazón. Lo rodea una membrana, llamada pericardio.

vez, sino en hileras paralelas separadas por intervalos de otros tallos que recobraron la posición vertical y volverán a inclinarse, como imitando las ondas del mar. Lo mismo acontece con el corazón, en cuya superficie aparece una onda que va desde las aurículas a los ventrículos; se extingue, vuelve a aparecer, y así sucesivamente. A cada contracción el corazón parece como si fuera a apelotonarse sobre sí mismo; en seguida se relaja. La acción

impelente de la mitad izquierda del corazón es mucho más enérgica que la de la mitad derecha; también sus paredes son más gruesas. Se comprende con sólo pensar en que aquella mitad izquierda tiene que enviar la sangre a campar o repartirse por todos los ámbitos del cuerpo; incluso a lo alto de la cabeza, venciendo, por tanto, la acción de la gravedad. En cambio, la mitad derecha no tiene más que enviarla a los pulmones, que son mucho más pequeños que el resto del cuerpo, y están situados a menor altura que la cabeza.

LOS VASOS SANGUÍNEOS.—Veamos ahora cómo se relacionan la gran red de vasos capilares extendida por la piel y por todos los órganos, y el cuerpo de bomba. De ello se encargan las arterias y las venas. Las *arterias* se encargan de conducir la sangre desde el corazón a los capilares, y las *venas*

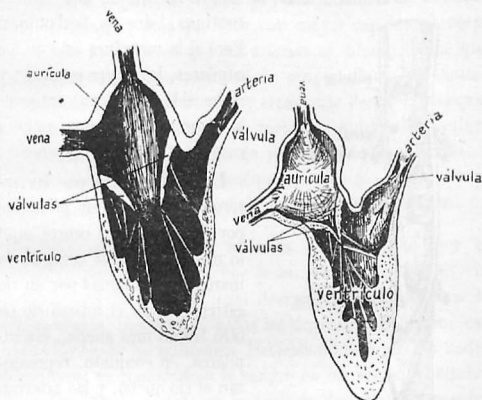


FIGURA 27

A la izquierda, el corazón está en fase de dilatación, y se llenan los ventrículos. A la derecha, contracción y vaciamiento ventricular.

cuidan de devolverla a éste. Arterias y venas, cada vez más delgadas a causa de sus múltiples subdivisiones y ramificaciones, se resuelven insensiblemente en los propios capilares. Las paredes de las arterias son muy elásticas, con el fin de que cuando el corazón envía un golpe de sangre puedan dilatarse. De ahí que si ponemos el dedo sobre el pulso (en la arteria radial de la muñeca) notamos cómo a cada latido del corazón la arteria parece que va a estallar, hinchándose brus-

ca y rítmicamente, exactamente al mismo tiempo que lo hace el corazón.

Las venas, que son de paredes mucho más delgadas que las arterias, tienen unas válvulas semejantes a bolsitas, cuyo objeto es impedir que la sangre pueda retroceder cuando esos vasos son aplastados entre los músculos (fig. 28).

Si se corta una arteria, la sangre no sale de una manera continua, sino a borbotones. Pero si la cortadura está en los capilares, la sangre rezuma; y si ha sido una vena, entonces la sangre sale de una manera continua, sin interrupciones.



FIGURA 28

Vena abierta a lo largo para ver sus válvulas en forma de bolsas, que por la misma presión sanguínea se abren e impiden el retroceso de ésta. La sangre sólo puede circular en un sentido (aquí, desde abajo hacia arriba).

La sangre corre por las arterias mucho más de prisa que por los capilares; ocurre aquí lo mismo que si se compara la marcha de las aguas por un río estrecho y por el mismo río en otro tramo más ancho; los capilares, en conjunto, representan el río ancho, y las arterias, el río estrecho. Además, la sangre ha de vencer en los capilares mucha más resistencia que en las arterias, a causa de los rozamientos contra las paredes de aquéllas.

REGULACIÓN DEL SUMINISTRO SANGUÍNEO.—No siempre circula la sangre con la misma velocidad ni en igual volumen por el cuerpo o por algunas regiones u órganos de éste. Para ello existe un mecanismo de regulación maravilloso. Cuando se hace ejercicio hay una demanda mayor por todo el cuer-

po, y el corazón, sencillamente, acelera sus pulsaciones para enviar mayores cantidades de sangre; de ahí el cansancio del corazón después de haber nosotros emprendido una carrera. La digestión exige un trabajo que durante otras horas dejará de realizarse; por tanto, mientras la digestión se realiza, el estómago pide más sangre, para que sus glándulas elaboren los jugos digestivos y para que sus músculos se contraigan y se relajen; más que latir con mayor rapidez el corazón, lo que acontece es que las arterias se dilatan, para que por ellas circule mayor cantidad de sangre. Como es lógico, los capilares también se dilatan y están más llenos de sangre. Si se trata de los capilares de la piel, ésta entonces adquiere tinte rosado o rojizo. Después de tomar un baño caliente, o como consecuencia de un fenómeno psíquico—rubor, vergüenza—, los capilares superficiales cutáneos se dilatan.

CAMINO QUE LA SANGRE RECORRE.—Comenzando por el ventrículo izquierdo, resulta que la sangre que sale de él entra en la arteria *aorta*, la cual destaca ramificaciones a la cabeza, brazos, piernas y a todos los órganos del cuerpo, excepción hecha de los pulmones. Después de recorrer las redes de capilares, va reuniéndose la sangre en las venas, y vuelve al corazón, siendo vertida en la aurícula derecha. La sangre procedente del intestino no regresa directamente al corazón, sino que antes es llevada por la llamada *vena porta* al hígado, en cuya masa existe una tupida red de capilares, los cuales vuelven a reunirse otra vez en una vena que sale del hígado; esta vena desemboca en la llamada *vena cava*, y ésta a su vez desemboca en la aurícula derecha. El objeto de que la sangre procedente del intestino penetre y se filtre por los capilares del hígado no es sino que las sustancias azucaradas, transformadas por él en glucógeno o almidón, sean retenidas por este órgano; el hígado actúa de almacenista de hidratos de carbono <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Véanse los capítulos anteriores.

regulando constantemente la cantidad de azúcar que deba estar disuelto en la sangre, y suministrándolo a ésta conforme a las demandas que le hagan los diversos órganos del cuerpo, según la intensidad de su trabajo.

Desde la aurícula derecha la sangre pasa al ventrículo del mismo lado; éste, al contraerse simultáneamente con el ventrículo izquierdo, impele la sangre a la *arteria pulmonar*, que la distribuye por los capilares del aparato respiratorio, a fin de que la sangre abandone el gas carbónico y se apodere del oxígeno del aire; de esta suerte queda la sangre purificada, y es devuelta a la aurícula izquierda del corazón; y así sucesivamente, vuelta a empezar. Se puede resumir la marcha de la sangre así: de pulmones, a mitad izquierda del corazón, a capilares del cuerpo. De capilares del cuerpo, a mitad derecha del corazón, a pulmones. La primera fase viene a ser un 3; la segunda fase viene a ser otro 3 vuelto contra el primero. El conjunto, un 8, formado por los dos 3 (1).

CONSTITUCIÓN DE LA SANGRE.—Si se observa una gota de sangre bajo el microscopio, aparecen innumerables discos apelotonados, de color amarillento rojizo, los cuales flotan en un líquido acuoso, salado e incoloro que se llama *plasma*. Esos discos son los *glóbulos rojos* o *hematíes*; como en la gota en cuestión hay relativamente poca cantidad y además están formando una capa muy delgada, la luz, al atravesarlos, se colorea de amarillo-rojizo; pero en gran cantidad adquiere color rojo intenso. Es lo mismo que el agua observada en una gota, o vista en un lago o en el mar; y el aire. En una gota de sangre hay, aproximadamente, cinco millones de glóbulos rojos. Los hematíes son los infatigables recaderos del cuerpo. En las redes capilares de los pulmones se apoderan del oxígeno del aire, haciendo gran acopio; gas éste sin el cual es im-

(1) Véase *Lecturas sobre la Naturaleza*.

posible la vida. Cuando el glóbulo rojo está cargado de oxígeno, adquiere vivo color rojo; es arrastrado a la aurícula izquierda y al ventrículo izquierdo del corazón, y desde éste es impelido por las arterias a las redes capilares de la piel, músculos y órganos de todo el cuerpo, durante cuyo paso por ellas las células van apoderándose de aquel oxígeno transportado por dichos glóbulos. Pierde la sangre allí su color escarlata y se torna oscura; discurre luego por las venas hasta que, finalmente, viene a parar a la mitad derecha del corazón (aurícula-ventrículo derechos); de allí es llevada a los pulmones, y así sucesivamente. En éstos la sangre, que traía el gas carbónico que en los propios glóbulos depositaron las células a cambio del oxígeno de que se apoderaron, se libra de ese cargamento, que es devuelto a la atmósfera, a cambio de una nueva remesa de oxígeno; aquel color rojo más oscuro vuelve a adquirir viveza al quedar la sangre purificada. El plasma de la sangre también lleva gas carbónico disuelto en él.

Los hematíes tienen forma de discos adelgazados por el centro; son células que carecen de núcleo, por lo cual sólo tienen protoplasma y membrana.

Además de los hematíes existen en la sangre otros *glóbulos*, los cuales son *blancos*, y también se llaman, por esto, *leucocitos* (fig. 28 bis). Su forma es muy parecida a la de las amibas. Su número es mucho menor que el de los glóbulos rojos, puesto que no hay sino uno, aproximadamente, por cada quinientos hematíes o glóbulos rojos. Como las amibas, los glóbulos blancos gozan de la facultad de deformarse, y, además, pueden reptar o arrastrarse por las paredes de los vasos sanguíneos; incluso llegan a perforar las paredes de los capilares. Estas células sanguíneas blancas se apoderan, como las amibas, de cualesquiera partículas sólidas que puedan servirles de alimento, y por esto constituyen la verdadera policía sanitaria de nuestro cuerpo al perseguir y captu-

rar a los microbios que hayan podido penetrar en él por la boca o por el aparato respiratorio, o por la piel; no solamente los leucocitos son capaces de destruir a los microbios, sino que acaban por digerirlos (fagocitos). A veces los microbios invasores son más fuertes, por su mayor energía o sencillamente por el número, y entonces los glóbulos blancos son aniquilados por aquéllos, y sus restos, apelotonados, constituyen el *pus*; con esos restos están mezclados los de los microbios que sucumbieron en esa lucha. Los granos, los abscesos están llenos de pus.

COAGULACIÓN DE LA SANGRE.—Cuando la sangre mana por una herida, casi siempre se solidifica, formando un tapón na-



FIGURA 28 BIS

Leucocito o glóbulo blanco. Movimientos amiboideos.

tural, que impide que continúe saliendo. Si la sangre de un pollo, por ejemplo, se recoge en un plato, se solidifica a los pocos minutos, llegando incluso a poder invertirse el plato sin que aquélla se caiga. Al cabo de un cierto tiempo, aparecen unas resquebrajaduras en la superficie de la masa sólida, por las cuales se advierte un líquido amarillento; este líquido es el *suero*. Todo eso nos indica que en la sangre han tenido lugar importantes cambios. En efecto: en la parte líquida o plasma de la sangre existe una sustancia albuminoidea o proteica denominada *fibrinógeno*, la cual se coagula cuando la sangre se pone en contacto con el aire a causa de una herida, por ejemplo. Al coagularse el fibrinógeno, forma una especie de finísimas redes entrecruzadas, entre cuyas mallas quedan aprisionados los glóbulos rojos. La coagulación de la san-



gre es muy semejante a la que se opera cuando la leche se corta, pues entonces también se separa una parte sólida de otra líquida, llamadas, respectivamente, el *cuajo* y el *suerro*.

Si la sangre es batida con una varilla mientras se derrama o gotea, queda adherida a ésta una masa filamentososa; ya no es posible que el resto líquido del plato se coagule, porque entonces el fibrinógeno se ha convertido en fibrina.

La sangre, generalmente, no se coagula en el interior del cuerpo si, por cualquier causa, ocurre alguna rotura en un vaso; y ello es debido a que el fibrinógeno no está en contacto con el oxígeno del aire, como en el caso de una herida en la piel.

### Ejercicios prácticos

1. Colóquese la oreja sobre la caja torácica, a la altura donde está el corazón, y se advertirán los latidos de éste. Nótese asimismo cómo después de haber subido una escalera, por ejemplo, late el corazón con más celeridad.

2. Colóquense los dedos en el espacio que media entre dos costillas, debajo de la tetilla izquierda, y nótese los latidos cardíacos.

3. Búsquese el pulso en la muñeca, en la prolongación del dedo pulgar hacia el antebrazo.

4. Comprímase fuertemente el pulpejo de un dedo con otros dos, formando pinza. Se verá cómo la piel aparece pálida, como si huyera la sangre; al aflojar, recobrará el tono rosado, indicando que la sangre ha vuelto a ocupar la red de capilares, con extraordinaria rapidez.

5. Cójase un corazón procedente de una res, en una carnicería; con unas tijeras córtese a lo largo de las dos grandes arterias, hasta descubrir las cavidades del corazón. Procúrese ver las pequeñas válvulas que hay en la entrada de la aorta y de la arteria pulmonar. Nótese que las paredes de los ventrículos son más gruesas que las de las cavidades receptoras de la sangre o aurículas. Hágase por descubrir las válvulas existentes entre cada aurícula y el ventrículo de su lado correspondiente, y las bridas que las sujetan a las paredes de los ventrículos.

6. Rómpace un huevo de gallina que lleve cuatro o cinco días de incubación. Obsérvese cómo ya late el corazón del embrión de un futuro pollo.

**Temas relativos al capítulo VII**

1. Describese el corazón y explíquese la manera como la sangre en él contenida es obligada a salir y marchar en una única dirección.
2. Dibújese un esquema de la circulación sanguínea e indíquese con flechas la dirección según la cual la sangre discurre.
3. ¿En qué se diferencia el interior del lado derecho del corazón del interior de la porción izquierda? ¿Por qué la sangre tiene color distinto en una y otra mitad?
4. Describese el camino recorrido por una gota de sangre desde el ventrículo izquierdo hasta volver al mismo ventrículo. ¿Qué pruebas pueden ser aducidas?
5. ¿Por qué las paredes del ventrículo izquierdo son más gruesas que las del ventrículo derecho?
6. ¿Qué parte toman las válvulas en la circulación de la sangre?
7. La sangre que circula por la red capilar del hígado, ¿de dónde procede?
8. ¿Qué función efectúan las células rojas de la sangre? ¿Qué cambios se realizan en la sangre a su paso por la red de capilares? Explíquese por qué los glóbulos rojos se pueden comparar con los recaderos o trenes de mercancías, o con los barcos.
9. ¿Qué gases existen en la sangre? ¿Dónde y cómo tienen lugar los cambios de gases?
10. ¿Qué principales trabajos llevan a efecto las diferentes clases de glóbulos de la sangre?

## CAPITULO VIII

### LA RESPIRACION

COMBUSTIÓN DE LOS ALIMENTOS.—Recordemos que la manera de alimentarse los animales difiere radicalmente de la manera de hacerlo las plantas. Los animales están incapacitados para tomar su alimento directamente del aire ni del suelo, y sólo pueden hacerlo descomponiendo previamente los compuestos elaborados por las plantas, compuestos en que existen el carbono y los demás elementos químicos tan necesarios para la vida animal. El único elemento que los animales pueden tomar del aire, simple, sin estar combinado, es el *oxígeno*, cuerpo que por sí solo no constituye alimento, pero que, en cambio, proporciona grandes cantidades de energía, las cuales, si bien se hallan en los compuestos químicos alimenticios en estado latente, como dormidas, es preciso que estos compuestos sean oxidados; es decir, que se combine el oxígeno con ellos para que aquella energía quede libre, entre en juego, análogamente a la explosión de la mezcla de la gasolina y el oxígeno del aire en el motor de un *auto*. Los alimentos necesitan del oxígeno para su combustión, igualmente que el carbón para que produzca energía calorífica o calor al arder y ponerse incandescente. Si al carbón le privamos el oxígeno, se apaga. Las combustiones en nuestro cuerpo no van

acompañadas de calor fuerte ni de llama ; no se trata de una combustión seca y vistosa, sino húmeda.

Un animal aislado del aire parece asfixiado, lo mismo que se apaga la llama de una bujía dentro de una copa invertida o recipiente herméticamente cerrado.

OTRA VEZ LOS PORTEADORES DE OXÍGENO.—El aire atmosférico es una mezcla de nitrógeno y oxígeno ; en cada cien partes, cerca de setenta son nitrógeno ; el resto, con algo de vapor de agua, es oxígeno. En una palabra : el oxígeno está como diluido en el nitrógeno. Los glóbulos rojos sanguíneos son las bienhechoras células encargadas de transportar el oxígeno a todos los rincones del cuerpo. Para ello cada hematíe contiene una sustancia, denominada *hemoglobina*<sup>1</sup>, que es la que da aquel color rojizo-amarillento y que tiene gran avidez por combinarse con el oxígeno, por absorberlo. Por esto la sangre toma vivo color rojo al derramarse de una herida. En los pulmones la sangre sólo está separada del aire que por ellos circula mediante delgadísimas membranas, a cuyo través se filtra el oxígeno, el cual es absorbido por la hemoglobina ; la sangre se torna allí de color rojo intenso.

La hemoglobina, cuando no está saturada de oxígeno, tiene color rojo purpúreo ; de ahí el color azulado que las manos adquieren cuando tenemos mucho frío, porque entonces circula con tanta lentitud por las redes de capilares, que pierde todo el oxígeno que llevaban los glóbulos rojos y sólo transporta gas anhidrido carbónico.

LA RESPIRACIÓN Y SU MECANISMO.—A ambos lados del tórax están colocados los pulmones, órgano doble, esponjoso, capaz de flotar en el agua, porque lleva aire en sus pequeñísimas oquedades o alvéolos. Cada pequeño saco está en co-

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

municación con un canalillo, que a su vez se abre en otro de mayor diámetro; estos conductos mayores se llaman *bronquiolos*, los cuales se entroncan finalmente en dos tubos de gran diámetro, denominados *bronquios*, cuyas paredes están reforzadas por unos anillos que las mantienen constantemente abiertas, como las mangas de riego rodeadas de espiral de alambre. El conjunto viene a ser como un árbol cuyas ramas van ramificándose, hasta llegar a unos sacos o vejiguillas, que son los repetidos alvéolos (fig. 29); tam-

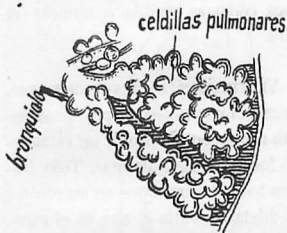


FIGURA 29

Dos celdillas aéreas, con un bronquiolo que se abre en ellas.

bién recuerda a un racimo de uvas, en el que éstas vienen a ser alvéolos. Las paredes de estas pequeñísimas cavidades son extraordinariamente finas y delgadas, y por fuera de ellas se extiende la delicada red capilar. Así los pulmones no son otra cosa que el cañamazo o armazón que sostiene una laberíntica y colosal red de capilares sanguíneos, que si se extendiese sobre un plano, ocuparía una superficie enorme en relación con el reducido espacio en que tal red está contenida.

El *ventrículo derecho* del corazón envía la sangre oscura a la red capilar de los pulmones mediante la *arteria pulmonar* y sus ramificaciones. En pocos segundos realizan los glóbulos rojos su viaje a través de los pulmones hasta desembocar en la *aurícula izquierda* del corazón; y durante tan rápida excursión son cargados y descargados a través de las mem-

branas capilar y alveolar, el oxígeno y el anhídrido carbónico, respectivamente.

El resultado, por tanto, es que el aire que llena los alvéolos se empobrece en oxígeno y, en cambio, queda impurificado por el gas carbónico descargado por la hemoglobina. Es preciso, pues, echar fuera ese aire, que ya no serviría para ulteriores efectos, pues careciendo nosotros de oxígeno libre, sobrevendría nuestra asfixia. Veamos cómo se ventila o renueva el aire.



FIGURA 30

Lado izquierdo del tórax. Se ven las costillas y el esternón como armazones de la caja respiratoria.

VENTILACIÓN O RENOVACIÓN DEL AIRE PULMONAR.—Los pulmones están contenidos dentro de un verdadero fuelle o fragua natural. Toda fragua hace lo mismo que un acordeón: al dilatarse, entra el aire en el espacio que media entre las armaduras del acordeón, llenando el vacío; al volver a aproximarlas, apretando una contra otra, el aire es obligado a salir. En el cuerpo humano, las armaduras que se separan y ensanchan el tórax son, en primer lugar, *el diafragma*, y además las *costillas* y el *esternón*, con los *músculos*, y alrededor de todo ello la *piel* (fig. 30). La forma del tórax es de

un cono, cuya base corresponde al diafragma. Las costillas superiores son cortas, y las de en medio más largas; todas están inclinadas hacia abajo; cuando los músculos que hay entre las costillas tiran hacia arriba, se colocan éstas en posición horizontal, y el esternón avanza pecho adelante, como

si tirásemos de una fragua colocada verticalmente y la abriésemos. Pero al mismo tiempo entra en acción el *diafragma*, que es la pared muscular que, como dijimos, separa herméticamente el tórax del abdomen. El diafragma, ordinariamente, tiene forma de cúpula o casquete, que cubre el hígado, el estómago, etc. (fig. 31). Cuando este músculo se contrae y se pone tirante, se aplanan. Nos recuerda el fondo de

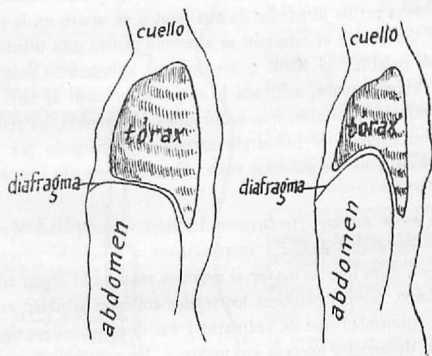


FIGURA 31

Dos momentos de la respiración: a la izquierda, inspiración.

una botella que, suponiendo que fuese elástico, tuviese unas veces la forma habitual, cónica hacia arriba, y otras se pusiese tenso; es natural que en este último caso la cavidad de la botella aumentaría en el volumen que antes tenía el cono del fondo. Lo mismo acontece en la cavidad torácica. Resulta, por consiguiente, que el volumen del tórax, del fuelle, queda aumentado al ensancharse las costillas y, simultáneamente, avanza el esternón hacia adelante y aplanarse el diafragma. Los pulmones, órganos membranosos, elásticos, ocupan el vacío que

en derredor suyo tiende a crear la cavidad torácica al dilatarse; ellos se ensanchan a su vez y el aire atmosférico penetra por la boca o la nariz y por la tráquea, bronquios, y bronquiolos. Es entonces cuando se dice que *inspiramos* el aire puro que irá a ceder su oxígeno a los glóbulos rojos.

Inmediatamente, el diafragma se relaja, vuelve a adquirir la forma de cúpula; las costillas son tiradas hacia abajo por otros músculos distintos de los músculos que las hicieron girar hacia arriba alrededor de sus puntos de apoyo en la columna vertebral; el esternón es acercado contra esta última; en una palabra: el fuelle o acordeón es aplastado. Comprimidos los pulmones, achicada la cavidad torácica, el aire es expulsado; y este aire, que cedió antes su oxígeno, ha recogido, en cambio, el anhídrido carbónico descargado por la hemoglobina de los glóbulos rojos. Hemos efectuado una *expiración*.

En cada minuto efectuamos dieciséis respiraciones completas—es decir, dieciséis inspiraciones y dieciséis expiraciones—, cifra que es mayor si estamos realizando algún trabajo físico, porque entonces los tejidos trabajan también con mayor intensidad que de ordinario y sus demandas de oxígeno para desarrollar energía son mayores. En este último caso, además, se respira más hondo y más fuerte, es decir, ensanchamos el tórax mucho más que de ordinario, y también lo encogemos más, interviniendo para ello los otros músculos del tronco, además de los que hacen oscilar a las costillas (figuras 32, 33 y 34).

Los hombres respiran valiéndose sobre todo del diafragma; las mujeres utilizan más bien los músculos de las costillas; éstas ensanchan preferentemente el tórax; aquéllos respiran con el abdomen.

LA TRÁQUEA Y LA LARINGE.—Los dos grandes bronquios (uno de cada pulmón) se juntas en el tubo llamado *tráquea*,



que desemboca en la garganta, formando allí la *laringe*. Órgano éste que se nota perfectamente debajo de la piel del cuello porque forma lo que vulgarmente llamamos el *bocado de Adán* o *nuez*. Laringe y tráquea poseen unos anillos incompletamente cerrados, de tejido cartilagíneo, destinados a mantener siempre abierto el tubo membranoso por el que entra y sale el aire de la respiración. En la laringe hay unos repliegues del propio tubo membranoso, llamados *cuerdas vocales*, los cuales dejan entre sí un espacio muy estrecho, susceptible de ensancharse en el momento de respirar. Cuando expelemos el aire, éste puede hacer vibrar aquellos repliegues; es entonces cuando se produce el sonido llamado voz (fig. 35) <sup>1</sup>.



FIGURA 32

Perfiles del tronco durante distintas fases respiratorias.

La laringe, y, por tanto, la tráquea, no se abre en el fondo de la garganta, sino por intermedio de una tapa, llamada *epiglotis*, semejante a la que cubre una cafetera, es decir, una lámina en forma de hoja, libre por el extremo posterior y sujeta a la raíz de la lengua por el extremo anterior.

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza* y las *Lecturas sobre los fenómenos*.

Ordinariamente esta válvula está levantada, para que el aire entre y salga con toda libertad; cuando tragamos o ingerimos algo, automáticamente se cierra, y forma como un puente levadizo sobre la abertura laríngea o *glotis*, y sobre este puente, a modo de plano inclinado, pasa lo que se traga desde la boca al esófago. Es natural que en tal instante la respiración quede interrumpida; y si alguna vez no ocurre así



FIGURA 33  
Comprobación de una buena respiración.

es porque premeditadamente respiramos o hablamos a la vez que intentamos tragar lo que comemos; aquella válvula queda entonces imperfectamente abatida sobre la laringe y corremos el peligro de que partículas sólidas o líquidas caigan a la tráquea; puede sobrevenir una obturación completa, y con ella la asfixia; ordinariamente somos acometidos por fuertes golpes de tos, que es el medio reflejo de que se vale la Naturaleza, es decir, nuestro propio cuerpo, por sí mismo, para expulsar lo que no debió penetrar allí, por equivocarse de camino.

Como consecuencia de cuanto llevamos dicho, debemos insistir en que la verdadera respiración tiene lugar en las células que forman los tejidos, y que la que nosotros llamamos respiración, que es la pulmonar, es propiamente el acto de expulsar al exterior el gas carbónico procedente de la respiración de las células y absorber el oxígeno atmosférico que habrá de ser llevado a ellas mediante la sangre.

RENOVACIÓN DEL AIRE EXTERIOR.—El aire, si no se renova-se, iría empobreciéndose de oxígeno cada vez más, y al mismo tiempo aumentaría su contenido en gas carbónico; paulatina-mente dispondríamos de cantidades de oxígeno insuficientes; moriríamos de *hambre de oxígeno* y además envenenados.



FIGURA 34

Renato Teófilo J. Laennec (1781-1826),  
descubridor de la auscultación.

porque la hemoglobina de los glóbulos rojos no podría desembarazarse del anhídrido carbónico; toda la sangre acabaría por adquirir color rojo oscuro; desaparecería la sangre arterial.

Ese caso puede ocurrir cuando en un recinto cerrado hay demasiadas personas y el aire no se renueva, es decir, se carece de ventilación. Y más todavía si, cerradas puertas y

ventanas, hay algo ardiendo : brasero, luces de gas, etc. Sobreviene dolor de cabeza y laxitud.

Que el gas carbónico es irrespirable lo demuestra el hecho de que, si destapamos una botella de gaseosa y nos apresuramos a beberla, nos da una especie de hipo, producido por un conato de asfixia pasajera. Fué el gas carbónico desprendido en tropel de burbujillas y espuma.

Y que al respirar exhalamos gas carbónico lo probaremos con echar agua de cal en un vaso (agua con cal apagada

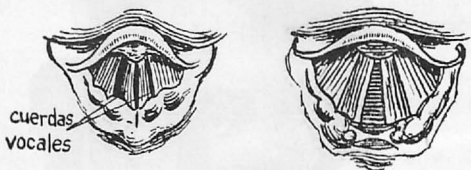


FIGURA 35

La laringe (el cuerpo, boca arriba), mientras se emite sonidos, a la izquierda, y en silencio, a la derecha.

disuelta en ella, y bien filtrada luego y en el momento de hacer la experiencia). Con una paja soplaremos como si fuéramos a hacer pompas de jabón ; inmediatamente el agua comenzará a enturbiarse, porque el gas carbónico se combina con la cal y ha formado carbonato cálcico, que no es soluble y forma pequenísimas partículas sólidas. Espontáneamente ese agua se enturbiaría también en una habitación donde hubiera mucha gente encerrada.

La pureza del aire no es sólo una pureza química, es decir, aquella que esté relacionada con la proporción de oxígeno y nitrógeno que normalmente el aire deba contener : 20 y 79 partes por 100, respectivamente. Se trata también, además, de su pureza bacteriológica, es decir, de la mayor o

menor cantidad de ciertos microorganismos vegetales, patógenos o engendrados de enfermedades, denominamos bacterias. Entre ellos hemos de destacar el *bacilo de la tuberculosis*, causante de esa enfermedad consuntiva o destructora del cuerpo y que desde el aire puede pasar a nuestra cavidad respiratoria y contagiarnos, por este medio, aquella dolencia. Por eso jamás debe escupirse, ni siquiera valerse del subterfugio de las escupideras; cuando el líquido escupido se seca, los bacilos de la tuberculosis quedan en disposición de ser arremolinados y flotar en el aire con el polvo. Es preciso que polvo y bacilos sean alejados pronto, que otro aire puro reemplace constantemente al sospechoso; de ahí la ventilación. La mala ventilación trae emparejado el peligro de la tuberculosis. El hacinamiento en cuarteles y barcos es causa de que aquélla se cebe en las personas que hacen vida confinada. Es menester que vivamos al aire libre el mayor tiempo posible, y las horas de encierro—talleres, oficinas, habitación de dormir—las pasemos en recintos lo más aireados posible, jamás herméticamente cerrados, ni siquiera en los días y noches más rigurosos del invierno.

VENTILACIÓN.—La renovación del aire no es otra cosa que la ventilación. Para conseguirla es preciso que se produzca una corriente, en virtud de la cual el aire impurificado por la respiración—ventilación química—y por los esputos posiblemente contaminados de bacilos de alguna persona o personas que convivan con nosotros—ventilación o purificación bacteriológica—sea expulsado al exterior y reemplazado automáticamente por aire puro que, a su vez, deberá ser eliminado al poco tiempo, y así sucesivamente, a medida que consumamos el oxígeno al respirar.

Puesto que el aire, al caldearse, se expansiona y pierde peso, tiene que irse hacia arriba, como asciende la pequeña masa de aire caliente que envuelve al globo de papel cons-

truído por nosotros y levantado una tarde tranquila mediante una pequeña esponja empapada de alcohol y prendida en fuego. Consecuencia: una chimenea, con un buen hogar, es un procedimiento de ventilación indudable. El aire calentado asciende por el tubo y es reemplazado por aire más pesado, más frío, que a ras del suelo se insinuará por las rendijas de balcones, puertas y ventanas. No será conveniente que haya balcones, ventanas ni puertas abiertas de par en par, porque en tal caso se produce una corriente excesivamente intensa y más perjudicial que favorable; lo mejor es un balcón o ventana entreabierto, o un espacio arriba sin cristal o con una ancha ranura. Por las mañanas, y cuando el tiempo es muy frío, hay que abrir de par en par los balcones de las habitaciones al hacer las camas, cuidando de cerrar las respectivas puertas de comunicación, a fin de que aquéllas se aireen a la vez que estén aisladas, para evitar las corrientes de aire. Nada hay peor que el vaho desagradable y además impuro que producen las viviendas que permanecen siempre cerradas. Estas medidas deben extremarse en las escuelas y aulas, abriendo siempre de par en par la ventanas al terminar una sesión.

El frío de las noches invernales se contrarresta con mucha ropa en la cama; de consiguiente, nunca excusará el dormir con la ventana cerrada.

RESPIRACIÓN A FONDO.—Nuestros pulmones son como grandes edificios con muchas habitaciones, dependencias, pasillos, corredores, alacenas, etc. Y todo ello con una sola abertura con el exterior. Es lo mismo que si una casa no tuviese más entrada que la puerta y todo el aire de las habitaciones tuviese que venir desde aquélla en lugar de entrar directamente por ventanas y balcones.

Ordinariamente no respiramos todo lo profundo que podemos: ni ensanchamos el tórax hasta el máximo, ni tam-

poco agotamos la compresión hasta el límite de lo posible : ni entra todo el aire que puede entrar ni es expulsado todo el aire que inunda los pulmones en sus últimos recovecos. Conviene, por tanto, forzar algo nuestra respiración habitual para conseguir airear los rincones de nuestros pulmones, ensan-

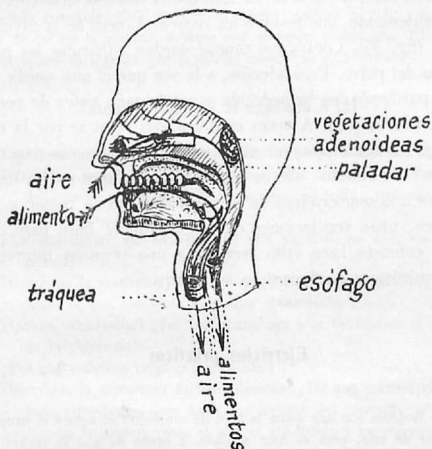


FIGURA 31

Trayectoria de los alimentos y del aire de la respiración. Las vegetaciones hay que extirparlas de niño.

chando el tórax hasta más no poder, sosteniéndose así algún tiempo, y expeliendo el aire hasta conseguir la máxima sensación de achicamiento del tórax ; y así durante cinco minutos seguidos por la mañana, y otros cinco por la tarde. Esta operación debe hacerse con el cuerpo absolutamente en repo-

so, para que, no habiendo combustiones excesivas, la renovación sea eficaz.

También es conveniente adquirir y sostener el hábito de respirar por la nariz, a fin de evitar que penetren en la boca numerosas partículas que indefectiblemente serían arrastradas al aparato respiratorio; la nariz, en cambio, obra como un buen filtro a causa de la membrana mucosa, humedecida constantemente, que recubre los recovecos óseos de la cavidad nasal (fig. 36). Contra ese mucus quedan adheridas las partículas del polvo. Pero además, a la vez que el aire queda un poco purificado, es humedecido y recalentado antes de penetrar en la tráquea. A veces es dificultoso respirar por la nariz; es frecuente observar niños que constantemente respiran con la boca abierta; ello es debido a que existen en las fosas nasales o desembocadura de la nariz en la parte posterior de la boca, unas vegetaciones que obstruyen el libre paso del aire; entonces hace falta recurrir a una pequeña intervención quirúrgica conducente a su extirpación.

### Ejercicios prácticos

1. Rodéese con una goma la base de un dedo; se notará el cambio de color de éste, pues se hará azulado, a causa de que la sangre se saturará de gas carbónico. La goma impide la renovación de la sangre por otra nueva, roja, cargada de oxígeno, a través de la red de capilares.
2. Con una cinta métrica rodéese el tórax; anótese los centímetros que hay que darle al hacer una inspiración normal y al efectuar una inspiración profunda o forzada; véanse asimismo los que hay que quitar al expirar de una y de otra manera.
3. Procúrese estudiar los pulmones de una res de la carnicería. Se verá que flotan en el agua. Si se coge un trozo y se comprime, notarás que los alvéolos revientan con ligeros estrépitos. Deben observarse los anillos cartilagosos de los bronquios y los de la tráquea; éstos, incompletamente cerrados.
4. Cuéntense las respiraciones durante un minuto, estando sen-



tados o echados. Igualmente después de haber corrido un rato o de haber suspendido la respiración durante un cierto tiempo.

5. Echese en un frasco de boca ancha agua de cal y respírese con una paja durante algún tiempo, soplando el aire expirado de manera que se formen burbujas; tápese con el tapón y agítese. El agua de cal se enturbiará a causa de haberse formado carbonato cálcico con el gas anhídrido carbónico expirado.

Otro experimento: enciéndase una vela y hágase arder dentro de la botella invertida. Una vez que se apague, quítese la vela y échese agua de cal en la botella; ciérrese con el tapón y sacúdase. El agua se enturbiará en seguida, por la misma causa que anteriormente.

### Temas referentes al capítulo VIII

1. Explíquese la manera cómo los tejidos se proporcionan el oxígeno.
2. Diferencias de color que hay entre la sangre de la porción derecha del corazón y la sangre de la porción izquierda; razónense estas diferencias.
3. ¿En qué difiere del aire puro el aire expelido de nuestros pulmones?
4. Describáse la tráquea y los pulmones de una res de la carnicería hasta lo que consienta la simple observación visual.
5. ¿Qué es ventilación? ¿Por qué contribuye a la ventilación el fuego de la chimenea?
6. ¿Por qué conviene respirar por la nariz?
7. Describáse la estructura de los pulmones. ¿De qué manera el oxígeno atmosférico llega hasta los órganos del cuerpo?
8. Explíquese la manera cómo el aire es conducido a los pulmones al respirar. ¿Qué es lo que diferencia al aire inspirado del aire expirado? ¿Por qué se producen estas diferencias?
9. Describáse la estructura de los pulmones. ¿Cómo y por qué se modifica su volumen durante la respiración?

## CAPITULO IX

### L A S E X C R E C I O N E S

DESGASTE Y DETRITUS.—No todos los combustibles dejan igual cantidad de cenizas; bien lo saben quienes están al frente de la cocina, para elegir el carbón más conveniente. El gas, el alcohol, el mismo petróleo, el aceite, apenas dan cenizas, porque, a diferencia del carbón, se queman casi totalmente las sustancias de que están compuestos tales combustibles, mientras que en el carbón hay una porción mineral que es incombustible y que queda como residuo.

Al arder, al combinarse con el oxígeno, los combustibles desprenden gas carbónico, principalmente anhídrido carbónico, y agua en forma de vapor; ambos van a la atmósfera. Vamos ahora a ver qué cuerpos combustibles tenemos en nosotros mismos, procedentes de los alimentos, y a qué cenizas dan origen, y que precisa expulsar.

Los hidratos de carbono y las grasas apenas dejan residuo, lo mismo si los quemamos fuera que si los consumimos dentro del cuerpo; se convierten totalmente en gas carbónico y agua, los cuales son incorporados a la sangre y se eliminan a través de la membrana pulmonar. No sucede lo mismo con las sustancias proteicas, toda vez que en ellas, además de los tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno, entra un cuarto, el nitrógeno, además del azufre, fósforo, etc. De ahí que

cuando se quema una albúmina quede un residuo, unas cenizas incombustibles, lo mismo que cuando quemamos carbón. Resulta así que las féculas y las grasas representan al petróleo y al gas del alumbrado.

En cada célula de nuestros tejidos existe una gran cantidad de proteína, cuya combustión, como proceso inseparable de la vida, produce el consiguiente residuo. Este residuo, esta ceniza, con la de otra célula, y de otra, y de todas, atraviesa la membrana celular y va a la sangre, en donde se reúne con las cenizas procedentes de la combustión de las proteínas de los alimentos. De manera que si por una parte la sangre lleva sus cargamentos alimenticios, también acarrea residuos, detritus, como si en un río flotasen a la vez los panes, los trozos de carne, las verduras, revueltas con los residuos de las comidas y digestiones. La sangre acabaría por pudrirse si no existiese un mecanismo que la purificase sin interrupción. La máquina especializada en eliminar de la sangre los residuos perjudiciales, las cenizas o detritus, está constituida por un equipo de células reunidas, formando los riñones.

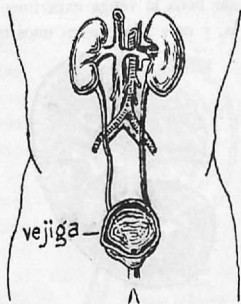


FIGURA 37

Situación de los riñones en el abdomen. Vasos sanguíneos que llevan la sangre a los riñones y la vuelven al sistema venoso una vez purificada. Uréteres, que llevan la orina a la vejiga.

**LOS RIÑONES.**—Su forma es la de una judía o habichuela; son dos, y están situados en el abdomen (figs. 37 y 38), adosados a la pared posterior del cuerpo e inmediatamente de-

bajo del diafragma, a ambos lados de la columna vertebral. En la porción cóncava de cada riñón hay una especie de embudo, del que parte un tubo, que desciende y termina en la vejiga, especie de saco de paredes musculosas, de la cual sale, a su vez, un tubo que conduce al exterior del cuerpo la secreción renal, es decir, la *orina*, que fluye gota a gota de los riñones a aquellos embudos y al tubo respectivo. Al quedar llena la vejiga experimentamos la necesidad de evacuarla, y para ello existen unos nervios que transmiten las órdenes pertinentes a los músculos de las paredes de la vejiga.



FIGURA 38

Corte de un riñón. Embudo o pelvis que recoge la orina, la cual va al uréter.

Y otra orden dispone que un anillo muscular se relaje, o dilate y permita que la orina pase por el tubo que ha de llevarla al exterior del cuerpo. El riñón contiene numerosos tubos finísimos, largos, contorneados y apelotonados para que ocupen el menor espacio posible; estos tubos desembocan en el embudo de que antes

se ha hablado. El otro extremo de cada tubo está cerrado e hinchado o dilatado, como el de un termómetro; pero la dilatación esférica presenta una concavidad (fig. 39), como una pera de goma deprimida, de suerte que forma como un cucharoncito de dobles paredes, y en esa concavidad hay una pequeñísima red de capilares apelotonados, por los cuales circula la sangre; de ellos se filtra al tubo en forma de cuchara el agua de la sangre, con algunas sustancias disueltas, que deben ser expulsadas con ella al exterior en forma de orina, procedentes de la combustión de las proteínas. El agua representa el exceso producido por la que ingerimos con las bebi-

das y la que acompaña a los mismos alimentos sólidos. Cuando el corazón funciona defectuosamente, la sangre no circula bien por los capilares renales ni se filtra debidamente; queda en el torrente circulatorio el exceso de agua, y sobreviene una hinchazón de los tejidos, y, por tanto, del cuerpo.

Alrededor de los tubillos del riñón existen células pegadas a ellos y dedicadas a absorber de la sangre más sustancias de desecho y a filtrarlas a dichos tubos, a lo largo de los cuales corre el agua; y esas sustancias y el conjunto forman la orina.

Los riñones vigilan cuidadosamente que la cantidad de sustancias disueltas en la sangre sea constante. Ni cuando bebemos mucha agua ni cuando ingerimos mucha sal, etc., se hace la sangre más aguanosa ni más salada. Al punto, automáticamente extraen de ella los riñones el exceso de agua y el exceso de sal. Son, pues, órganos esencialmente reguladores de la composición de la sangre, lo mismo que lo hace el hígado para la cantidad de glucosa o azúcar de uva que en la sangre debe existir disuelta.



Como el puño que encierra una bolla, la cápsula de Bowman, que tiene dobles paredes, encierra una bolla de capilares sanguíneos. Miles de estas cápsulas hay en cada riñón

FIGURA 39

Una cápsula renal.

La sustancia de desecho o desgaste más abundante en la orina es la *urea*, la cual procede de la combustión de las sustancias proteicas; y es claro que cuando comamos alimentos abundantes en albúmina hay probabilidad de que la riqueza en urea en el líquido urinario sea mayor que normalmente. Por el contrario, el ayuno no influye en la disminución de la urea en la orina, toda vez que, a pesar de no comer,

el cuerpo y las células todas no dejan de trabajar, de quemarse, de desgastarse.

LOS PULMONES COMO VÍA DE ELIMINACIÓN ACUOSA.—Cuando, en los días fríos del invierno, dirigimos el aliento a los cristales del balcón, aparecen éstos empañados en seguida, y si insistimos en respirar acaban por formarse gotitas semejantes a las que se acumulan en la tapadera de un puchero en que hierve el agua.

PAPEL DE LA EPIDERMIS.—He aquí otro tejido que facilita la eliminación del agua, fenómeno que en este caso se llama corrientemente *transpiración*. Para ello posee la piel numerosísimas *glándulas* llamadas *sudoríparas*, cada una de las cuales viene a ser un tubillo análogo a los de los riñones, aperturado y hundido en el espesor de la piel, y que se abre al exterior, en la superficie, mediante un poro (fig. 40). En su derredor existe la correspondiente red de capilares sanguíneos. El sudor es expulsado constantemente, salvo cuando padecemos fiebre; el sudor se evapora a medida que emerge de los poros; cuando el calor reinante es muy elevado, y cuando realizamos algún trabajo muscular intenso y que requiere, por tanto, grandes combustiones, la cantidad de sudor aumenta, y entonces corre por encima de la piel, humedeciéndola. Todo ello es efecto, además, de la mayor celeridad con que la sangre circula y de la mayor presión de ésta contra las paredes de las redes capilares envolventes de las glándulas sudoríparas.

Existe una verdadera compensación entre los riñones y las glándulas sudoríparas. Cuando hace mucho calor observamos que el sudor es abundante y que la cantidad de orina expelida diariamente disminuye; en cambio, durante la estación invernal apenas sudamos, y en cambio el volumen de orina que arrojamos es mayor que en el estío.

LA PORCIÓN TERMINAL DEL INTESTINO.—Para concluir el capítulo destinado a los detritus y su eliminación, dedicaremos unas palabras al intestino. Las plantas, las frutas y hortalizas que ingerimos contienen gran cantidad de materias que no son utilizables por nuestro cuerpo, entre ellas *celulosa*<sup>1</sup>, que es insoluble en los líquidos digestivos; no obs-

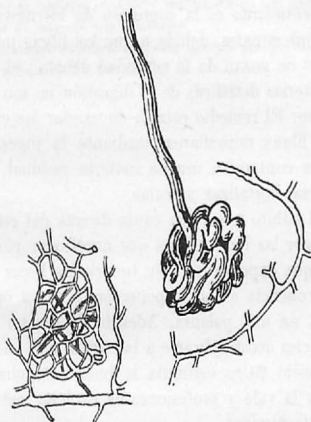


FIGURA 40

Glándula sudorípara (derecha). Nido de capilares que la envuelven (izquierda).

tante, esa misma celulosa actúa como excitante de los movimientos de las paredes musculares del intestino, facilitando así la marcha lenta, pero constante, de los detritus a lo largo de dicho tubo.

En el intestino abundan mucho los microorganismos, que

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

quedan incorporados a los residuos de la digestión, en tanto que los restos de los líquidos digestivos y las células que a su paso por el intestino son arrancadas de las paredes de éste contribuyen a formar con todo aquéllo las heces fecales. Diariamente es preciso expulsarlas, pues de lo contrario la acumulación de las heces en el intestino, como acontece en el estreñimiento, es sumamente perjudicial.

El *estreñimiento* es la supresión de los movimientos *peristálticos* intestinales, debido a que las fibras musculares de sus paredes no gozan de la actividad debida; el resultado es que las materias detríticas de la digestión no son desplazadas hacia el ano. El remedio estriba en excitar las contracciones de dichas fibras musculares, mediante la ingestión de alimentos que contengan mucha materia residual, tales como las ensaladas, hortalizas y frutas.

Un mal hábito puede ser causa directa del estreñimiento. El no atender las indicaciones que nuestro propio cuerpo nos hace para que expulsemos a su tiempo las heces fecales trae como consecuencia el no disponer las órdenes oportunas, el no defecar, en una palabra. Además de prestar la atención debida, precisa acostumbrarse a la regularidad en ir al water.

El ejercicio físico estimula la buena marcha intestinal. El reposo y la vida y profesiones de carácter sedentario conducen al estreñimiento.

### Ejercicios prácticos

Córtese longitudinalmente en dos mitades un riñón procedente de la carnicería. Obsérvese el color rojizo que el tejido renal presenta, así como el embudo blanquecino que recoge la orina procedente de los tubillos del riñón.

### Temas relativos al capítulo IX

1. Explíquese lo que se entiende por excreción. ¿Cuáles órganos están encargados de la excreción?



2. ¿Cuáles son los principales productos de desecho de nuestro organismo? ¿De qué sustancias derivan?
3. ¿Qué destino les aguarda a los productos de la combustión de la proteína?
4. ¿Por cuáles conductos abandona el agua nuestro cuerpo? ¿Cuáles funcionan en verano más que en invierno?
5. ¿Por qué la porción terminal del intestino es considerada como un órgano de excreción?
6. Describese la posición, forma y estructura de los riñones, y dígase lo que se sepa de sus funciones.
7. ¿Qué sustancias eliminan nuestro cuerpo por la orina, y qué se sabe acerca de su formación?

## CAPITULO X

### EL SISTEMA MUSCULAR

LOS MÚSCULOS Y SUS ACTIVIDADES.—De todos los órganos de nuestro cuerpo los músculos son los más serviciales en el cumplimiento de las órdenes. A ellos están encomendadas las faenas más rudas de la comunidad ; mediante los músculos acudimos a la naturaleza en busca de los alimentos y los llevamos al cuerpo ; extraemos de la tierra los combustibles, y forjamos los metales, y abatimos los troncos de los árboles, y labramos las primeras materias, que a su vez nos sirven para construir máquinas, utilizar la energía hidráulica, la del viento, etc., y colocamos piedras y ladrillos para construir la vivienda que nos protege (fig. 41).

Veamos cómo funcionan los músculos, esos incansables trabajadores por sí y con el concurso de los artefactos fabricados, asimismo, con auxilio de los músculos.

ESTRUCTURA DE LA FIBRA MUSCULAR.—La carne está formada por músculos, y tiene la estructura fibrosa que tan bien se nota cuando está cocida. Todo el cuerpo está revestido de músculos ; en el tronco se presentan en formas laminares, y en los brazos y las piernas tienen aspecto cilíndrico-cónico y terminan por una especie de cordones, denominados *tendones* (vulgarmente llamados nervios). El tendón sujeta el músculo a un hueso, y es blanco, brillante ; está formado por tejido fibroso, de células alargadas y dispuestas paralela-

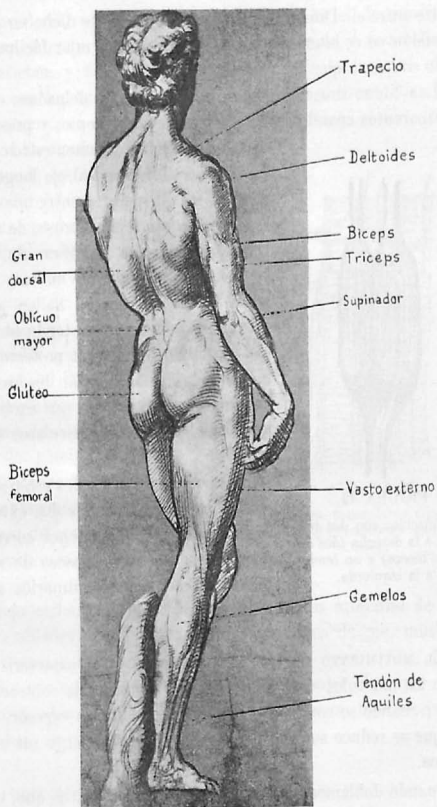


FIGURA 41

\* Dibujo de Rafael, conservado en el British Museum, de Londres.

mente entre sí. Difiere del músculo propiamente dicho en que el tendón no es blando, como aquél, ni se deja rajar fácilmente, lo contrario que la carne (fig. 42).

Las fibras musculares son muy largas y delgadas, casi transparentes cuando se las observa al microscopio, y presen-



FIGURA 42

Un músculo, con dos tendones a la derecha (dos cabezas, biceps) y un tendón a la izquierda.

tan una delicada y preciosa estriación en sentido transversal al eje longitudinal. Están dispuestas entre una armazón o red de tejido fibroso, de naturaleza análoga a las fibras de los tendones, pero formando mallas; los paquetes musculares se hallan asimismo envueltos por ese tejido fibroso, formando membrana protectora. En aquella armazón están los vasos sanguíneos y los nervios que excitan a las células fibrosas musculares (figura 43).

En general, los músculos están sujetos a los huesos por los dos extremos, mediante los tendones correspondientes, que son capaces de soportar esfuerzos extraordinarios sin romperse.

**EL MOVIMIENTO DE LAS EXTREMIDADES.**—La característica de los músculos es la elasticidad de la fibra y la contractilidad; cuando se contrae, el músculo aumenta en espesor, al par que se reduce su longitud al acercarse mutuamente sus extremos.

Cuando doblamos un brazo, imita éste a un arco que, en lugar de ser flexible, tuviese un gozne en medio, en el codo; y que en lugar de la cuerda que une los extremos y de cuyo punto medio tiramos con la mano, está una cuerda contrá-

til, es decir, un músculo. Este músculo es el denominado *biceps*, y es muy conocido porque lo tienen muy desarrollado los atletas, y nosotros podemos fácilmente tentarlo al contraer con fuerza el brazo, cerrando el puño al mismo tiempo. La extremidad superior del biceps está sujeta al vértice de la espaldilla u omóplato, y la inferior a uno de los huesos del antebrazo. Cuando el biceps se contrae, el antebrazo se dobla hacia arriba, girando en el codo (fig. 44).

Existe un músculo contrario o antagonista del biceps, cuyo objeto es deshacer lo hecho por éste, es decir, desdoblar o estirar el antebrazo con respecto al brazo; unido también al omóplato por arriba y a uno de los huesos del antebrazo por abajo, pero por la porción posterior. Es fácil comprender la frecuencia de músculos antagonistas en las distintas regiones del cuerpo. Ordinariamente concurren varios músculos en la realización de un determinado trabajo; cuando andamos entran en acción todos los músculos de las extremidades abdominales, y para ponernos de pie, muchos del tronco, además de aquéllos.

La gimnasia pone en guardia y a trabajar el mayor número posible de músculos, los cuales aparecen bien destacados bajo la piel del cuerpo.

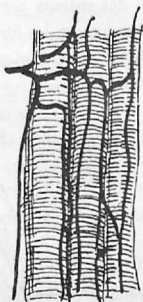


FIGURA 43

Fibras musculares con su red de capilares sanguíneos.

DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO MUSCULAR.—Al frente del sistema muscular está el sistema nervioso, que lo controla y dirige. Sabemos de personas que sufren de parálisis más o menos extensa, es decir, que afecta a todo el cuer-

po o a una parte de él. Tales sujetos se ven precisados a estar constantemente en el lecho, o sentados, o no pueden mover un brazo, o hablan imperfectamente, etc. Ello no quiere decir que carezcan de músculos, ni que éstos estén enfermos en sí, sino que no les llegan las órdenes emanadas del cerebro y de la medula espinal, que son los órganos centrales, directores del sistema nervioso. Alguna ruptura en las líneas de conducción, en las fibras nerviosas, o alguna lesión importante en los mencionados órganos es causa de esa inactividad.

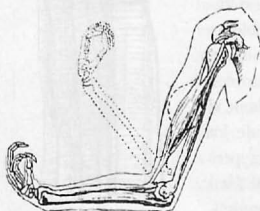


FIGURA 44

El biceps dobla el antebrazo en el codo.

Cada músculo está servido por un nervio. por lo menos; un estímulo o excitación del nervio da lugar a la contracción consiguiente del músculo. Es curioso el experimento siguiente: recién sacrificada una rana, se separa de una de sus patas el músculo grueso (que generalmente es artículo comestible), cortándolo por la parte superior, de ma-

nera que quede aislado el pequeño nervio que aparece junto al tendón; bastará aplicar los reóforos de una simple pila eléctrica de bolsillo a ese nervio para que en el acto se contraiga dicho músculo. Lo mismo ocurrirá si lo pinchamos con un alfiler o vertemos una gota de un ácido.

El trabajo muscular continuado acaba por producir cansancio, y lo denotan los músculos mediante mensajes de rigidez y dolor. La pata de la rana sometida a experiencia seguida acaba por contraerse cada vez menos y cesar su trabajo; si se deja transcurrir un cierto tiempo y se repite el estímulo, nuevamente el músculo se contrae. Igualmente si

se trata de levantar un peso, al cabo de unas cuantas veces de repetir el intento acabaremos por tener que desistir de hacerlo.

EL TONO MUSCULAR.—Cuando estamos despiertos o en vigilia, los músculos jamás se hallan completamente relajados, cosa que, por el contrario, ocurre cuando estamos durmiendo, o cuando el sujeto se halla sumido en la inconsciencia, o bajo la acción de un anestésico, como el éter o el clorofórmico. Por lo tanto, normalmente la fibra muscular está algo tensa y pronta a responder, contrayéndose al recibir una orden o mensaje nervioso. Esta actitud vigilante o atenta es el tono muscular; en una persona en estado de inconsciencia, o durmiendo, las extremidades están completamente flojas, porque no hay tono, y, por tanto, es como un peso muerto incapaz de levantarse por sí mismo.

Gracias al tono muscular, cuando damos un paso en falso no nos caemos, sino que podemos recobrarnos inmediatamente.

EL ALIMENTO DE LOS MÚSCULOS.—¿De dónde obtienen los músculos la energía necesaria para la fuerza que son capaces de desarrollar? Aunque no efectuemos de propósito el trabajo necesario para levantar grandes pesos, el simple hecho de trasladar nuestro cuerpo de un lugar a otro, de subir escaleras, de ponernos de pie, representa al cabo del día un respetable número de kilográmetros, por lo menos, y hasta de caballos de vapor<sup>1</sup>. Resulta, pues, que los músculos ponen en juego una considerable cantidad de energía; pero ellos, por sí solos, no pueden crearla, sino que tienen que tomarla de alguien; de lo contrario, muy pronto tendrían que declararse en quiebra. La energía muscular procede de los alimentos,

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre los fenómenos*.

en forma de energía química, la cual es liberada al ser consumidos en nuestro cuerpo. Los músculos toman los alimentos por intermedio de la sangre, lo mismo que todas las células de nuestro organismo; y a la sangre van también a parar las sustancias detríticas, de desgaste o de desecho, originadas por el trabajo muscular, y que son reemplazadas por los nuevos alimentos que la sangre aporta. Cuanto más duro es el trabajo muscular, mayores cantidades de alimento son extraídas de la corriente sanguínea. Y para evitar sorpresas o interrupciones de la nutrición, existen siempre en el hígado aquellas reservas engendradoras de glucosa, almacenadas en forma de almidón animal, llamado *glucógeno*, de las cuales echan mano los músculos a la menor falta de alimento sanguíneo.

Contra lo que se creía, los músculos no consumen su propia sustancia, casi totalmente proteica o albuminoidea, durante su trabajo, sino que parece ser el azúcar la base de su sustento. La primera prueba empírica que de esto se tuvo fué durante la guerra ruso-japonesa, en la que los soldados nipones iban provistos siempre de su correspondiente bolsa llena de azúcar.

CALOR DESARROLLADO POR EL TRABAJO MUSCULAR.—Conviene recordar que habíamos comparado nuestro cuerpo con una máquina de vapor, debido a que nos alimentamos con combustibles en forma de alimentos, cuya energía química es transformada en trabajo o energía mecánica. Pues bien: esta conversión se opera precisamente en los músculos; y para que aquella semejanza adquiera mayor relieve todavía, acontece que si en la máquina de vapor la mayor parte de la energía que encierra el carbón se transforma en calor, y tan sólo una pequeña cantidad se convierte en trabajo, en los músculos también una gran cantidad de la energía contenida



en los alimentos es transformada en calor por las fibras musculares, y el resto se trueca en energía mecánica.

Pero como la Naturaleza es sabia, el calor producido durante la combustión de los alimentos en los músculos no es baldío, puesto que sirve precisamente para la calefacción del cuerpo. Es un hecho de experiencia vulgar que en los días fríos, para entrar en calor, no hay procedimiento más sano que hacer ejercicio.

#### PAPEL DE LOS MÚSCULOS DE FIBRA NO ESTRIADA O LISA.—

Cuanto acabamos de decir se refiere a los músculos que se contraen generalmente por mandato de nuestra voluntad, que son los músculos estriados, los cuales podemos ponerlos en juego, o detener su contracción, cuando queramos. Pero, además, poseemos otra categoría de músculos cuyas fibras son *lisas*, particularidad estructural que va unida con esta otra funcional: se contraen independientemente de que nosotros queramos o no. Las fibras de estos músculos son mucho más cortas y de menor tamaño, y además están dispuestas en láminas delgadas, salvo cuando forman anillos o válvulas, como las que guardan la entrada y la salida del estómago.

Lo mismo que el tubo digestivo, las paredes de las arterias están interiormente tapizadas por fibras musculares lisas, igualmente que las de la vejiga de la orina, que por excepción se contrae a voluntad nuestra.

Resulta de todo esto que los músculos de fibras estriadas se han apropiado todos aquellos trabajos que guardan alguna relación con el mundo externo: la locomoción, etc. En cambio, los de fibra lisa se han especializado en las actividades concernientes al mundo interno del propio cuerpo. Estos músculos lisos son los que, una vez que nos hemos apoderado del alimento, y lo hemos colocado en la boca, y lo hemos triturado con los dientes, se encargan ya por su cuenta, sin intervención de nuestra conciencia o voluntad, sin interven-

ción de nuestro cerebro, de que marchen a lo largo del tubo digestivo. Esta marcha no es continua, sino en pequeños vaivenes. Constantemente se propagan a lo largo del mismo suaves ondas de contracción. A veces, cuando ingerimos algún alimento en malas condiciones y, por tanto, es perjudicial, las contracciones musculares son bruscas e intensas, y hasta dolorosas, y el tubo digestivo se retuerce y contorsiona, dando lugar a que la sustancia en cuestión sea empujada atropelladamente a lo largo de los intestinos y evacuada prestamente al exterior. Es entonces cuando se presenta la diarrea. En el caso contrario, que es el estreñimiento, las fibras musculares están lacias, y por esto se recomienda estimularlas mediante alimentos que contengan gran cantidad de materia inerte, no digerible, que las obligue a empujarla.

También las fibras lisas tienen su tono, es decir, se hallan asimismo siempre en estado de contracción incipiente, y no totalmente relajadas; de ahí que los vasos sanguíneos tengan tono, y sólo cuando los nervios llamados *simpáticos* envían un mensaje en demanda de mayor cantidad de sangre a un órgano determinado, se relajan las fibras que tapizan a las arterias, a fin de que aumente su diámetro o tamaño, para que pase mayor volumen de sangre.

El músculo del corazón está adaptado a su trabajo particular de aspirar e impeler la sangre; a pesar de ser estriado, funciona como si fuesen lisas sus fibras, pues nos es imposible detener su actividad a voluntad nuestra.

### Ejercicios prácticos

1. Procúrese ver en un conejo la diferencia entre un músculo y un tendón. Obsérvese la blandura de la sustancia del músculo y la tenacidad de la del segundo. Compruébese que los extremos del músculo están unidos a huesos. Nótese que generalmente existe una articula-

ción o juntura ósea entre el comienzo y el final del músculo. Véanse qué movimientos pueden producirse al tirar de algunos músculos.

Los músculos están dispuestos en láminas por la espalda; véase.

2. Examinense los tendones en el dorso de nuestras propias manos; con los dedos engarabitados se ve esto muy bien; obsérvese cómo los tendones pasan por encima de los nudillos o articulaciones. Estos tendones tienen por objeto propagar la contracción de las fibras musculares que nacen en los huesos del antebrazo y contraer los dedos, a los cuales están soldados aquéllos. La mano es mucho menos voluminosa que tendría que serlo si las fibras musculares procedentes del antebrazo llegasen íntegras hasta los huesos de los dedos. Si contraemos la mano en forma de puño, veremos admirablemente en la muñeca el haz de tendones.

3. Obsérvese el endurecimiento y abombamiento de los músculos de la pantorrilla tentándolos con los dedos cuando doblamos forzosamente la rodilla. Examinense el biceps de igual modo cuando se dobla con fuerza el codo y a la vez se aprieta el puño.

### Temas referentes al capítulo X

1. Descríbanse los cambios que se producen en un músculo cuando se contrae.
2. ¿Qué es un músculo? Mediante algún esquema explíquese la manera como los músculos mueven a los huesos. ¿Qué es lo que pone en movimiento a los músculos?
3. ¿Cómo sabemos que los músculos están bajo el dominio del sistema nervioso?
4. ¿Cuál es la fuente de la energía muscular?
5. ¿Cómo influyen los músculos en darnos calefacción?
6. ¿Qué se entiende por músculo estriado y por músculo liso? ¿A qué categoría pertenecen los músculos de las extremidades?
7. Enumérense algunos de los trabajos que los músculos lisos llevan a cabo.

## CAPÍTULO XI

### EL SISTEMA NERVIOSO

LOS SENTIDOS.—Entre un sujeto que está durmiendo y un hombre que está despierto existe gran diferencia ; el primero tiene cerrados todos los caminos de acceso al exterior, y viceversa ; está como si careciese de ojos, de oídos, de tacto, de olfato. Lo mismo que un barco en medio del océano provisto de aparato de telegrafía sin hilos, pero sin operador. Los telegramas que nosotros, barcos en la inmensidad del mundo, recibimos, son de diversas clases ; así, el Sol no cesa de transmitirnos unas vibraciones especiales del éter tales, que, si nosotros careciéramos de aparatos receptores adecuados, la oscuridad más completa reinaría en torno nuestro. Esos aparatos son los ojos, que captan los rayos solares luminosos. Delicados nervios repartidos por debajo de la piel recogen otras radiaciones del sol : los rayos caloríficos. Poseemos un receptor telefónico : el oído, que capta las vibraciones sonoras que nos llegan por el aire. La fina membrana mucosa que tapiza las narices está adaptada a recibir impresiones de carácter oloroso, tan importantes para el acto de comer ; así como otros nervios situados en la membrana que recubre la lengua captan las impresiones gustativas, importantísimas. Todavía la piel nos auxilia para saber la forma, peso y superficie de los cuerpos que con ella se ponen en contacto.

Constantemente estamos, pues, en comunicaci3n con el mundo exterior, gracias a nuestros sentidos, servidos por el sistema nervioso.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA NERVIOSO. — Al formarse el cuerpo humano, el sistema nervioso consiste en un tubo diminuto, el cual, a medida que el tiempo transcurre, crece por el extremo correspondiente a la cabeza y forma como dos vesículas o sacos a los lados, que ser3n las dos mitades del cerebro o sesos ; poco a poco la superficie de estas dos intumescencias aparece surcada y con repliegues y curvaturas a guisa de cordilleras, a fin de poder caber dentro del cr3neo. Del tubo parten fibras nerviosas, que van creciendo en longitud, separadas por espacios regulares y formando los haces nerviosos o nervios propiamente dichos. Cuando nuestro cuerpo est3 completamente formado, el sistema nervioso consta de los *nervios*, la *medula espinal* (que es el tubo) y el *encéfalo* (cerebro y otros 3rganos).

Los *nervios* est3n constituidos por las prolongaciones de las células nerviosas ; los podemos considerar como las antenas de estas células, cuya exclusiva funci3n es transmitir mensajes u 3rdenes al cerebro o desde el cerebro, y a la medula o desde la medula. Existen dos clases de fibras : unas que est3n encargadas de transmitir partes desde los 3rganos de los sentidos al cerebro, y otras que se dedican, viceversa, a transmitir mensajes desde el cerebro a las células o fibras musculares ; ning3n nervio sirve para comunicar en dos sentidos ; s3lo en una misma direcci3n siempre. Los nervios est3n distribuidos por todos los 3mbitos del cuerpo en mucha mayor cuantía a3n que los vasos sanguíneos ; igual que estos 3ltimos, los nervios se ramifican a medida que se alejan de sus puntos de origen. Se ha comprobado que la corriente nerviosa marcha a una velocidad de unos veinticinco metros por segundo en la rana ; en el cuerpo humano esta velocidad es

mucho mayor, pues alcanza a unos cien metros en igual tiempo. Todas las células nerviosas están situadas en el encéfalo o en la médula espinal, además de una pequeña cantidad agrupadas en diminutas colonias relacionadas con los haces nerviosos más importantes.

La *cuerda espinal* o *medula* viene a ser un gran tubo de gruesas paredes—como los cables que establecen la comunicación telegráfica a través de los océanos, o los cables telefónicos subterráneos—, el cual contiene haces de fibras nerviosas dispuestas en paquetes independientes para las distintas clases de mensajes; unas transmiten quejas de algún daño, otras comunican impresiones de frío o de calor, y otras dan órdenes a los músculos. Todas las células nerviosas situadas en la médula están en el centro de este grueso cordón, donde forman estaciones subordinadas para el

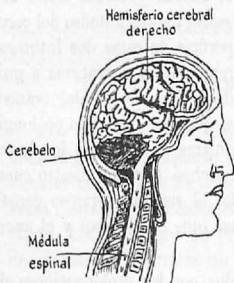


FIGURA 45

Vista lateral del encéfalo. Las membranas que lo envuelven (meninges) han sido cortadas.

gobierno y regulación de la vida y actividades de nuestro organismo.

El *encéfalo* (fig. 45) está formado en gran parte por células nerviosas; toda su superficie se halla integrada por varias capas de esas células, las cuales tienen extraordinaria importancia; mediante ellas pensamos y sentimos. El resto de la masa encefálica está formado por fibras, que establecen la unión entre las células antedichas y otras células nerviosas enclavadas en el cerebro o en la médula. La Naturaleza ha logrado establecer un complicado sistema de comunicaciones

de perfección suma, las cuales ponen a disposición de las células una infinidad de circuitos de recepción y transmisión. Es oportuno recordar las expansiones ramificadas de que están provistas las células nerviosas, y la manera como se entrelazan con las ramificaciones de las células próximas.

**SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO.**—Todavía no hemos mencionado la otra parte del sistema nervioso, denominada *nervios simpáticos*. De igual manera que los nervios corrientes se ocupan en asegurar nuestro contacto con el mundo exterior, el trabajo de las fibras simpáticas consiste en informarnos de cuanto acontece en nuestro mundo interno, formado por los tejidos o equipos celulares y órganos que integran nuestro cuerpo. La casi totalidad de los datos o noticias que los nervios simpáticos transmiten no alcanzan nunca al cerebro, sino que van a parar a las estaciones secundarias de la medula espinal. El sistema simpático está en estrecha relación con las arterias más importantes, y en ciertos lugares, tales como el fondo del estómago, forma una tupida red. Un golpe en la base del estómago es muy doloroso, debido al choque violento con los nervios del sistema simpático. La regulación del grueso de los vasos sanguíneos, los movimientos de las paredes del tubo digestivo y la secreción de las glándulas sudoríparas son otras tantas actividades a que está dedicado el sistema simpático. Las fibras simpáticas se insinúan en el interior de los órganos y, como ya lo indica la misma palabra, establecen una especie de simpatía o correlación entre las distintas clases de células trabajadoras.

**ACCIONES REFLEJAS.**—Nuevamente vamos a ocuparnos por breves instantes del hombre que está durmiendo: si hacemos cosquillas en la planta de su pie sin llegar a despertarlo, encogerá la pierna, como si sintiera lo que le estamos haciendo; pero es evidente que él no se ha enterado de nada, puesto

que cuando despierte no tendrá el menor asomo de conciencia de que le hayamos hecho cosquillas en su pie. Hemos de inclinarnos a pensar que ha sido transmitido un mensaje directamente a los músculos desde las terminaciones nerviosas situadas en la piel de la planta del pie, toda vez que el efecto del cosquilleo se ha producido tan rápidamente. Ahora bien : toda fibra nerviosa no es sino la ramificación larga de una célula nerviosa ; el mensa-

je tiene que propagarse a la célula situada en la medula espinal (figura 46).

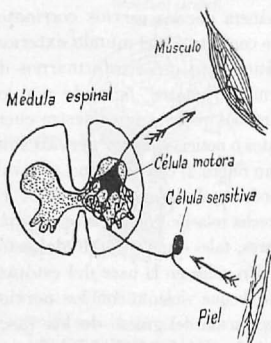


FIGURA 46

Esquema de un acto reflejo.

Esta célula nerviosa está en estrecho contacto con las ramas de otra célula, la cual tiene igualmente un brazo largo, que se dirige hacia los músculos de la pierna. La noticia de que la planta del pie es objeto de cosquillas se propaga a lo largo de las ramas entrelazadas de las dos células, y la célula muscular

se contrae inmediatamente. Cualquier mensaje o estímulo que vaya por una fibra nerviosa al músculo ocasionará su contracción, única cosa que éste puede hacer. No hay diferencia entre hacer cosquillas en el pie o poner en contacto con él algo caliente, o una corriente eléctrica : todos estos agentes son otros tantos *estímulos*, cada uno de los cuales conduce al mismo resultado : la contracción de los músculos. De igual manera que el apretar el gatillo ocasiona la explosión inmediata de la pólvora de la escopeta, cualquier



estímulo aplicado a un nervio que termina en un músculo da lugar a la contracción inmediata de éste como consecuencia de la excitación producida.

Hay muchos mensajes procedentes del mundo exterior a nosotros, o que vienen de los propios órganos del cuerpo, que no alcanzan al cerebro, sino que son recogidos antes de llegar a él. Se sabe esto porque existen casos en que la medula espinal ha sido aplastada por un choque o herida, con la consiguiente destrucción de las fibras nerviosas en el lugar del accidente; de ello resulta una solución de continuidad o interrupción en la marcha de las corrientes nerviosas que vienen del cerebro o que han de ir a él, lo mismo que si se corta un hilo telegráfico o un cable de energía eléctrica. La persona afectada por esa lesión no podrá poner en juego los músculos cuyas fibras motoras tienen sus células más arriba de dicha lesión medular, ni sabrá cómo hacerlo, porque las órdenes emanadas del cerebro quedan sin curso a partir del punto en que está la lesión.

Pero, a pesar de aquella interrupción, si se produce el estímulo en forma de cosquilleo en la planta del pie, aparecerá la contracción muscular inmediatamente. Es evidente que ni el cerebro se ha enterado ni de él ha emanado la orden a los músculos, puesto que las comunicaciones con dicho órgano están interrumpidas a causa de la supuesta lesión medular.

En el caso de estar durmiendo la persona en que hicimos la experiencia, y también cuando se supone que existe una lesión en algún punto de la medula, las contracciones musculares de la extremidad afectada por el cosquilleo han tenido lugar sin intervención de la voluntad, función propia del cerebro, e incluso a pesar de que el cerebro se resistiese a ejecutar la orden de contracción producida como consecuencia de aquel estímulo; resulta de ahí que el mensaje del mundo externo—las cosquillas—sobre la piel ha ido hasta la medu-

la ; ésta ha actuado como estación transformadora y ha emitido otro mensaje que ha dado lugar a la contracción muscular.

Esta sucesión rápida de actos : una *impresión* sensorial y una *expresión* muscular, originan una *actitud*, es decir, la expresión de una determinada parte del cuerpo, sin que en ellos intervenga nuestra conciencia ; y es lo que se llama una *acción refleja*, como la pelota que choca contra un obstáculo y retrocede, desviándose de la dirección que llevaba, sin penetrar en el espesor del obstáculo (que en nosotros sería el cerebro).

Aunque parezca una contradicción, es lo cierto que un acto reflejo está producido sin nuestra reflexión, es decir, sin calcular de antemano—cosa que se hace con el cerebro—lo que vamos a hacer.

Son muchísimas las acciones reflejas que resultan de estímulos y reacciones medulares, y no de una reflexión cerebral o premeditación : la tos, el vómito, el estornudo, la respiración, la marcha, la natación, etc.

Nuestro cerebro viene a ser algo así como el gobierno central del estado, de los trabajadores celulares ; hasta él llegan todas las reclamaciones originadas por el mal funcionamiento, el dolor, las lesiones, etc. ; ahora bien : cuando hay algo que pueda ser resuelto por los gobiernos autónomos o subordinados que se escalonan a lo largo de la medula espinal o a continuación del propio cerebro, ellos mismos ya se encargan de ordenar y disponer, sin necesidad de esperar la confirmación por el gobierno supremo.

Esto se hace patente en el niño que aprende a andar. Sus primeros pasos son resultado de reiterados cálculos que realiza su cerebro, cuyas células son consultadas y consultan a cada instante entre sí, a fin de que las órdenes no sean confusas, y entre en movimiento el músculo que deba ser contraído en un instante dado, y no otro. Después de muchos ensayos y repeticiones, ya las células nerviosas de la medu-

la espinal han aprendido por sí solas a dar las órdenes a los músculos, y acaban por no molestar a las del cerebro, que así pueden ocuparse de otros asuntos: elaborar el pensamiento, que es su principal misión. Así los movimientos llegan a hacerse *automáticos*, como consecuencia de aquella educación; educarse en algo es habituarse, es decir, empezar, como el niño, por hacer cosas con mucho esfuerzo del cerebro al principio, para terminar realizándolas sin el concurso de éste; es decir: inconscientemente, o habitualmente, por lo menos.

Los deportes suponen una paciente educación muscular, que termina en parte cuando las células de la medula han adquirido el hábito o soltura requerida; de esta manera, no sólo los músculos adquieren soltura y realizan su trabajo a la perfección, sino que mediante él son educadas también las células que ordenan su contracción.

FUNCIONES DE ALGUNAS PARTES DEL CEREBRO.—Dentro del mismo gobierno nervioso central representado por el cerebro existen diversos departamentos u oficinas encargadas de misiones especiales o privativas. Así: la región cerebral que está encima de la oreja gobierna los movimientos del cuerpo. Cuando sobreviene una ruptura en algún vaso de los que riegan el cerebro, lo que se llama un derrame cerebral, las fibras nerviosas próximas sufren los efectos de la lesión, y se produce un ataque de parálisis o apoplejía, que se manifiesta por la imposibilidad en que el enfermo se halla para mover el brazo y a veces la pierna incluso. Estas extremidades están en perfecto estado de funcionamiento, pero el enfermo no puede moverlas, aunque quiera; en cambio, percibe las impresiones que la piel de aquéllas pueda recibir y se da cuenta de si la tocan con un objeto, del frío o del calor, etc.

Una pequeña porción del tejido nervioso del cerebro izquierdo regula el lenguaje, y si es lesionada—como acontece en los casos de derrame o hemorragia—, el individuo queda

inhábil para pronunciar las palabras, aunque pueda comer y tragar. La parte posterior del cerebro recoge las impresiones luminosas.

Existe en el encéfalo posterior un órgano, denominado *cerebelo*, situado precisamente por debajo de los dos hemisferios del cerebro, que constituyen por sí solos casi la masa total encefálica. La superficie del cerebelo está surcada profusamente y presenta numerosos pliegues próximos unos a otros, delgados. Este centro nervioso controla o regula todos los movimientos musculares; si es extirpado o está lesionado, el sujeto da traspies y anda con titubeos. Se comprende fácilmente cuán necesario es el control del cerebelo cuando pensamos que en los movimientos más sencillos entran en juego muchos músculos, cada uno de los cuales tiene que contraerse en la justa medida y en el instante oportuno, y con la energía exactamente dosificada.

La porción de tránsito entre el encéfalo y la medula, que puede ser considerada como la región superior de ésta, dirige algunas acciones reflejas importantes, tales como la deglución, la respiración.

Las células del centro que presiden los movimientos reflejos de los músculos de la respiración son extraordinariamente sensibles al anhídrido carbónico. Es bien sabido que cuando efectuamos un ejercicio físico violento se produce una cantidad excesiva de este gas, a causa de la combustión de los alimentos que se ha necesitado para proporcionar la energía requerida por la contracción de los músculos. A causa de esto, la sangre tiene que transportar mayores cantidades de gas carbónico que de ordinario; cuando ella pasa junto a las células nerviosas situadas en el centro respiratorio, las estimula, y entonces esas células lanzan una orden a los músculos del tórax para que trabajen con más intensidad, a fin de que entren volúmenes de aire mayores que los corrientes en los

pulmones en cada inspiración; de este modo se evita toda posible acumulación de aquel venenoso gas en la sangre.

### Ejercicios prácticos

1. Es fácil proporcionarse una masa encefálica en cualquier carnicería. Obsérvese la delicadeza y suavidad del tejido de que está formada. Ofrece poquísima resistencia a desgarrarse. Ello nos hace pensar en lo expuesto que está ante cualquier golpe violento o caída que afecte a la cabeza. Córtese una rebanada del cerebro y obsérvese que hay una capa gris inmediata a la superficie, en tanto que el resto es blanco. Todo lo blanco está exclusivamente formado de fibras nerviosas, y tal color es debido a que cada fibra está revestida por una vaina grasosa. La materia grisácea está constituida principalmente por células nerviosas.

Véase cómo la superficie del cerebro aparece en pliegues, con el fin de aumentar el número de células y dar así mayores posibilidades al desarrollo de la inteligencia.

2. Crúcese la rodilla derecha sobre la rodilla izquierda, y después golpéese bruscamente la pierna derecha con el borde de la mano inmediatamente por encima de la rótula; el pie dará una sacudida, avanzando hacia adelante, y no podremos impedir este movimiento aunque nos lo proponamos; he aquí un acto reflejo.

3. Cójase un poco de pimienta molida o de rapé, y obsérvese cómo forzosamente hemos de estornudar. Se produce un reflejo, cuyo circuito pasa por la base del cerebro en lugar de pasar por la medula espinal.

### Temas referentes al capítulo XI

1. Dibújese un esquema o diagrama del sistema nervioso para mostrar las diversas partes de que consta.
2. ¿Qué mensajes procedentes del mundo exterior transmiten los nervios al cerebro?
3. ¿Qué se entiende por acto reflejo? Pónganse algunos ejemplos y diseñese un diagrama del camino que recorren los estímulos e impulsos nerviosos.
4. ¿Qué clase de mensajes son lanzados desde el cerebro, y a qué tejido van en su mayor parte?

5. ¿En qué actividades se ocupa el sistema nervioso simpático? Dígame cuanto se sepa acerca de él.
6. Escribese lo que se sepa acerca de la medula espinal.
7. ¿Dónde están localizadas las células nerviosas? Describese la estructura de una célula nerviosa.
8. Describese la manera cómo salen de la medula espinal los nervios. ¿Qué clases de fibras nerviosas hay en estos nervios, y dónde nacen los impulsos transmitidos por ellas?

## CAPITULO XII

### LA AUDICION.—LA VISION

El oído constituye una de las ventanas por las que nos asomamos al mundo exterior. Por ella recibimos mensajes en forma de sonido, los cuales son transmitidos al cerebro, el cual toma las determinaciones consiguientes, como gobierno central de todo el organismo. Gracias al sonido quedamos advertidos de la proximidad de un peligro, un vehículo que se aproxima, una alimaña que nos acecha, etc. Con el oído estamos en comunicación con nuestros semejantes, podemos saborear las armonías musicales; el murmullo de la cascada en la montaña boscosa, etc.

El sonido es resultado de la rápida vibración de los cuerpos llamados sonoros; al voltear una campana, el badajo la golpea y hace vibrar el metal. Las vibraciones son transmitidas por el aire, el agua y hasta los cuerpos sólidos. Cuanto más rápidas son las vibraciones, más alto, es decir, más agudo es el tono del sonido. Nuestro oído está conformado para recibir y transformar en corriente nerviosa los sonidos comprendidos entre determinados límites, fuera de los cuales deben existir, sin duda, vibraciones sonoras que somos incapaces de percibir. Tal ocurre con los sonidos emitidos por los insectos, o por los murciélagos en su vuelo.

**NUESTROS RECEPTORES DEL SONIDO.**—La oreja no es más que una especie de embudo destinado a recoger las ondas sonoras, a modo de trompa; muchos animales vemos que la tienen movible, a fin de dirigirla hacia el punto de donde vienen las ondas, para recogerlas mejor todavía. A falta de ello, nosotros solemos poner la mano, arqueándola, para aumentar la superficie de aquel embudo natural nuestro (figura 47).

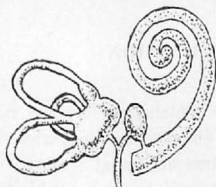


FIGURA 47  
Esquema del oído interno.

En el fondo de la oreja está el arranque de un canal que se dirige hacia adentro y un poco hacia abajo; este canal, excavado en la masa ósea de nuestro cráneo, termina interiormente en un disco membranoso que lo cierra, y que se denomina *tímpano*, el cual es visible en muchos sujetos. Este tabique membranoso separa el canal del oído con la oreja, todo

lo cual constituye el *oído externo*, de otra porción que vamos a explicar ahora, y que es el *oído medio*.

Por la cara interior de la membrana timpánica, es decir, del otro lado del canal auditivo, está adosado un pequeño hueso, el primero de una delicada cadena constituida por tres huesecillos. Pronto veremos su papel.

El oído medio viene a ser una cavidad como el hueco de un pozo; a él se asoma el canal auditivo, pero con el tímpano que cierra la comunicación; enfrente, la pared del propio pozo tiene otra abertura, pero también obturada por otra membrana. Pues bien: es entre estas dos membranas que cierran sendas aberturas entre las que se tiende aquella cadena de pequeñísimos huesos.

Esa especie de pozo más o menos vertical, con respecto



al canal auditivo (suponiendo erguida nuestra cabeza), está excavado asimismo en la masa ósea craneana; cerrado por arriba, ábrese por la parte inferior en la porción posterior de la nariz y la faringe. Este segundo tubo recibe el nombre de *trompa de Eustaquio*.

Toca ahora en turno el ver adónde comunica aquella segunda abertura en que termina la cadena de huesecillos. Como hemos dicho, frente al tímpano hay, en el oído medio —que en realidad es la porción superior de la trompa de Eustaquio—, otra membrana, la cual cierra la comunicación al *oído interno*, que es el órgano fundamental de la audición.

El oído interno, también labrado en la masa ósea del cráneo, consiste en un saco de delgadas paredes, con tres asas y un tubo espiral semejante a un caracol; todo lo cual, construído de finísimo tejido membranoso, se halla albergado en el hueso, cuyas cavidades, exactamente iguales, reviste, lo mismo que con papel se reviste la pared de una habitación, sólo que, en lugar de estar pegado a ella con cola, en el oído hay un líquido acuoso que rodea a ese conjunto de tubos membranosos, los cuales también están rellenos de líquido. En el caracol existen unas células especiales, con púas o pestañas vibrátiles, que reciben las vibraciones y las transmiten a los nervios, que a su vez las hacen llegar en forma de corriente nerviosa al cerebro<sup>1</sup>.

Cuando se produce un sonido, las ondas aéreas penetran en el canal, y, dando con el tímpano, lo hacen vibrar, como si fuese la membrana o placa de un teléfono; al vibrar el tímpano, hace entrar en rápido movimiento de vaivén a la cadenita de huesos, el más interior de los cuales tira y comprime alternativamente aquella otra membrana perteneciente al oído interno, en cuyo líquido se producen ondas que comueven las células especiales del caracol.

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*.

La *trompa de Eustaquio* se abre en la nariz y faringe, pero esta abertura no es efectiva más que en el momento de tragar o deglutir; puede decirse, pues, que aquella comunicación está siempre cerrada salvo esos instantes. Si la pequeña masa de aire contenida en la cavidad del oído medio se dilata por cualquier circunstancia, notamos una especie de sordera, porque el tímpano está comprimido y trabaja mal; y lo mismo ocurrirá si hay exceso de presión del aire sobre el tímpano desde fuera hacia dentro, al revés que antes. Basta entonces tragar para que aquel efecto o sensación de molestia, que produce una leve sordera, desaparezca.

Un enfriamiento puede dar lugar a una sordera transitoria, debido a que la membrana que recubre a las fosas nasales y a la faringe sufren una inflamación y obturan la abertura de la trompa de Eustaquio; mientras la anomalía persista, la presión del aire contenido en el oído medio no será igual que la del exterior, y el tímpano estará comprimido e inhábil para trabajar con desahogo.

Cualquier golpe contra el oído es perjudicial, e incluso hay casos de ruptura del tímpano.

Cuando penetra algún objeto en el oído debe acudir al médico. Si se trata de algún insecto, bastan unas gotas de aceite o de agua, caliente, para que el insecto aparezca al exterior flotando.

Los dolores en los oídos deben ser atentamente vigilados, porque pueden ser indicio de enfermedad, siempre seria; es preciso acudir al médico.

EMPLAZAMIENTO DE LOS GLOBOS DE LOS OJOS.—Los ojos se hallan albergados en sendas excavaciones del cráneo, protegidas por los arcos que llevan insertas las cejas. Detrás del globo ocular existe una masa fofo de grasa, que actúa como cojinete y evita todo peligro de lesión del ojo cuando éste recibe algún golpe o presión desde fuera. En la vejez y en

personas enfermas esa almohadilla grasa desaparece, y de ahí que en tales sujetos los ojos aparezcan más hundidos que de ordinario.

Protegen a los ojos los párpados, que son repliegues de la piel reforzados por delgadas placas de tejido cartilaginoso o ternilloso. Bordean a los párpados las pestañas, que evitan la caída del polvo y cuerpos extraños, perjudiciales a los ojos. En la cuenca de cada ojo hay una pequeña glándula, llamada *lagrimal*, cuyo líquido lubrica, humedeciéndola, la superficie del globo ocular para que gire con facilidad; el exceso de lágrimas va marchándose por un pequeño conducto que se abre en el ángulo interno de cada párpado, y se va a la nariz. Si se llora, prodúcese abundancia de lágrimas, las cuales, no pudiendo escaparse por aquel conductito, se derraman por fuera, y ruedan por las mejillas.

Cuando penetra polvo o cualquier pequeño insecto, sobreviene un lagrimeo involuntario y abundante, que facilita la expulsión del cuerpo extraño, desplazándolo hacia el ángulo de la cuenca ocular.

Los globos oculares son movidos por numerosos músculos diminutos, que los hacen girar, facilitando así el aumento de nuestro campo visual. Si los ojos fueran inmóviles, tendríamos que estar moviendo continuamente la cabeza hacia un lado y hacia otro, para mirar hacia distintos puntos sucesivamente. Gracias a los músculos, esa operación la hacemos con toda sencillez y con la máxima rapidez.

Nuestros ojos son dos maravillosas *cámaras fotográficas*, cuya película sensible es la finísima red de células nerviosas llamada *retina*, delicadísima membrana que se extiende por la pared interna del globo ocular y está conectada con el cerebro mediante un nervio que penetra en la parte posterior de aquél (figs. 48 y 49).

La cámara fotográfica humana está constituida por un estuche tenaz, fuerte, que es el blanco del ojo; todo el espacio

interior contiene un líquido gelatinoso. La parte anterior es transparente, pues por allí han de penetrar los rayos luminosos. Detrás de esta ventana curvada está la lente de la cámara fotográfica ocular; como tal lente, tiene forma de lenteja, como cuando se colocan dos vidrios de reloj tocándose por sus bordes. Entre la lente, denominada *crystalino*, y aquel adelgazamiento transparente del estuche o armazón exterior del ojo está

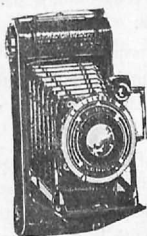
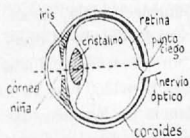


FIGURA 48

El ojo humano comparado con una cámara fotográfica.

un disco llamado *iris*, que en unos ojos es azul, en algunos verdoso, en otros pardo oscuro; en el centro del iris está la *pupila* o *niña* del ojo. El iris viene a ser como una rueda provista de numerosísimos radios, juntos unos con otros, pero sin el cubo en el centro, dejando así aquel espacio que es la pupila; esos radios son fibras musculares que, si se contraen, dejan un espacio mayor, lo cual sucede cuando hay poca luz; por eso de noche nuestras pupilas están más dilatadas que durante el día, debido a que la luz artificial es muchísimo más pobre que la del sol. Nuestro diafragma es más perfecto que el que lleva toda cámara fotográfica, y que el operador abre tanto más cuanto más

rápido es el abrir y cerrar de la impresión fotográfica.

EL ENFOQUE (fig. 50).—Si con una lente de aumento hacemos que los rayos del sol se concentren en un papel, observamos que hay que acercarla o separarla más o menos, hasta que en el papel aparece un punto muy brillante, un

círculo diminuto muy luminoso, que es exactamente la imagen del sol. Separando la lente o acercándola al papel, aquel punto se hace borroso, y mucho tiempo costará para que el papel comience a arder; en cambio, se incendia en seguida a poco que persistamos en mantener la lente a aquella distancia exigida para que se forme el puntito brillante.

Lo sucedido es que los rayos solares, luminosos y caloríficos, al atravesar la lente, han sido *refractados*, es decir,



FIGURA 49

Efigie del sabio Ramón y Cajal, gloria de la ciencia española por sus estudios sobre el sistema nervioso, y en particular la retina.

han sido obligados a doblarse todos un poco, de manera que al salir de aquélla hacen lo mismo que el varillaje de un paraguas a medio abrir: se reúnen todos los rayos luminosos en un punto. Este punto es un *foco* de la lente; cuando eso ha sucedido sobre el papel y hemos conseguido que se pintase la imagen perfecta del sol, hemos *enfocado* o colocado la lente a una distancia del papel que es precisamente la misma distancia que hay entre la lente y aquel punto en que se reúnen todos los rayos procedentes de distancias que, por ser inmensas, como lo es la que existe entre el sol y nosotros,

se llaman infinitas, por lo que los rayos solares nos llegan paralelos entre sí. Si repetimos aquella experiencia con una bombilla, por ejemplo, tendremos que situar la lente a mayor distancia del papel que en el caso anterior, porque el foco en que convergen los rayos refractados a través de la lente se forma más lejos (fig. 50).

La lente de nuestro ojo está situada a una distancia de la retina tal, que en ésta se pintan perfectamente las imágenes

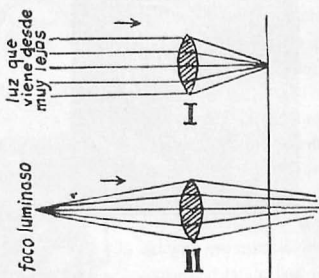


FIGURA 50

Distintos enfoques o distancias en que se juntan los rayos refractados por una lente.

de los cuerpos u objetos situados a grandes distancias, como el sol, las estrellas, una montaña lejana, etc.

Ahora bien : cuando nos disponemos a obtener una fotografía, especialmente si se trata de un retrato en el estudio de un fotógrafo, o con uno de esos llamados al minuto, ambulantes, es preciso antes efectuar una operación importante : *enfocar*. Mediante una cremallera, el operador, mientras él mira por detrás del cristal deslustrado de la cámara foto-

gráfica, hace avanzar o retroceder más o menos el bastidor que lleva el cristal de aumento llamado objetivo; para lo cual la cámara es de fuelle o acordeón, o el objetivo se atornilla más o menos, metiéndolo o sacándolo de su propia rosca. Otras cámaras, que son las llamadas de cajón, en lugar de todo eso llevan varias lentes colocadas en un sector circular en forma de abanico; una especie de revolver de lentes para ver más lejos o más cerca; estas lentes son gradualmente de menos a más espesor o grueso; cuanto más cerca está el objeto o persona que vamos a fotografiar, más gruesa ha de ser la lente que coloquemos exactamente en el agujero anterior de la máquina; y en el caso de que la cámara sea de una sola lente u objetivo enroscable, o movable mediante cremallera y fuelle, lo que hay que hacer es sacarlo, desenroscarlo, o estirar el fuelle alargando la cámara.

Esta operación la realizamos nosotros constantemente sin darnos cuenta; en virtud de un acto reflejo, en el que, por tanto, para nada interviene nuestra voluntad, la lente de nuestros ojos enfoca constantemente, es decir, hace lo que se llama acomodarse o *acomodación* a la distancia, cualquiera que sea, a que se encuentra el objeto o persona a quien miramos.

Con mucha menos complicación que en esos ojos artificiales llamados cámaras fotográficas, la Naturaleza nos ha provisto de una lente u objetivo formado por un tejido blando, elástico; es una lente de consistencia gelatinosa, capaz de aplastarse o de abombarse. Para conseguir esto, alrededor lleva un sinnúmero de fibras musculares dispuestas como radios de una rueda, las cuales por un extremo están insertas en la pared del globo ocular, por dentro, y por el otro extremo tiran del borde de la lente, en cuyo caso ésta queda aplastada más o menos y siempre de manera que la imagen del objeto se pinte exactamente en la retina, igualmente que el fotógrafo dispone las cosas de la manera antes indicada, con

el fin de que la fotografía no salga borrosa o desenfocada, sino con todo detalle, es decir, enfocada.

EL RELIEVE ; VISIÓN BINOCULAR.—Es fácil comprobar por nosotros mismos el hecho de que las imágenes que nuestros ojos obtienen de un mismo objeto no son exactamente iguales entre sí. Un lápiz mantenido erguido, con la mano a la altura de nuestros ojos y a cierta distancia, parecerá que se mueve hacia la derecha y hacia la izquierda, según lo miremos alternativamente con el ojo derecho y con el izquierdo. Si a la vez que miramos a un punto de la pared de enfrente interponemos un dedo verticalmente de una mano, éste se nos aparecerá doble.

Ahora bien, si miramos a este dedo, instantáneamente parecerá que todo lo que está lejos se corre a un lado, y en lugar de ver dos dedos veremos uno solo.

Ordinariamente nunca vemos imágenes dobles. Sólo cuando al sobrevenirnos el sueño se nos cierran los ojos, en esos instantes vemos dobles los objetos, por faltarles fuerza a los músculos que hacen girar a los globos oculares para que se dirijan con exactitud hacia lo que se mira. Por causas análogas se le pregunta al que está ebrio «cuántos dedos ve»...

De una manera automática y, por tanto, en virtud de una acción refleja, el cerebro dispone las cosas de tal manera que las células nerviosas receptoras del estímulo nervioso producido por la luz interpretan como imágenes únicas las imágenes independientes que en los ojos se pintan.

Esta combinación de las dos imágenes constituye la visión binocular. Gracias a ella juzgamos acerca de la distancia y posición en que se hallan unos objetos con respecto de otros. Cuanto más cerca está un objeto, mayor será la diferencia que exista entre las imágenes con que es visto por los ojos. Cada ojo verá una cosa real y verdadera, pero distinta



de un ojo a otro. Podemos comprobar esto levantando un dedo a la mayor distancia, mirando a él constantemente mientras lo aproximamos a nosotros; incluso llegará un momento en que los ojos ya no podrán girar más, y el dedo lo veremos doble.

Cuando intentamos mirar la punta de nuestra nariz, a quienquiera que nos vea en tal instante causaremos la impresión de que somos bizcos.

Si miramos por un estereoscopio, obtendremos una impresión tal, que parecerá que lo que se ve está en relieve, exactamente lo mismo que si viésemos, no una fotografía, sino aquello mismo—un paisaje, monumentos, personas—que está pintado en la fotografía doble colocada en aquel aparato, en la cual todo está en un mismo plano. El estereoscopio restituye aparentemente las cosas a su primitivo ser.

Para ello no hubo otra cosa que hacer sino obtener dos fotografías simultáneas con una cámara especial provista de dos lentes colocadas a una mutua distancia igual a la que separa a nuestros ojos; el cerebro ha hecho lo demás: ha combinado y superpuesto las dos imágenes proyectadas en los ojos.

DEFECTOS Y ERRORES INHERENTES A LA VISIÓN; CUIDADOS QUE REQUIEREN LOS OJOS.—Todos hemos observado la relativa frecuencia de personas que se auxilian de lentes. Ello es debido a que son pocos los globos oculares perfectamente proporcionados o constituídos; la imperfección radica o en que la lente está demasiado abombada o es plana en exceso; o en que la cámara ocular es excesivamente alargada de delante a atrás, o lo contrario, demasiado corta (fig. 51).

Los *cortos de vista* se ven precisados a acercar a los ojos lo que leen, porque si lo tienen a la distancia propia de los dotados de visión normal, la imagen de los caracteres o letras se forma delante de la retina; se trata, por tanto, o de ojos que son excesivamente largos de delante a atrás, que tie-

nen la lente o cristalino excesivamente gruesa, o de ambas cosas a la vez. Esas personas necesitan anteponer a sus ojos unas *gafas gruesas por los bordes*, delgadas por el centro, las cuales contrarrestan el exceso de espesor de la propia lente del

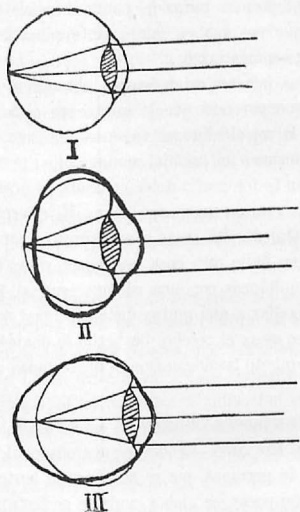


FIGURA 51

I, visión normal. II, presbicia por aplastamiento del globo ocular. III, miopía, por alargamiento del globo del ojo.

ojo, o el exceso de longitud del globo ocular, pues los rayos luminosos salen divergentes de dichas gafas, en lugar de concentrarse, como ocurre con las lentes llamadas de aumento, según vimos anteriormente, y así se logra que, al penetrar

y salir de nuevo del cristalino, vayan a reunirse en la superficie de la retina. Este defecto se llama *miopía*.

Otros sujetos, especialmente las personas de edad madura y los ancianos, padecen del defecto contrario: para leer han de colocarse a mayor distancia que lo hacen los que están dotados de vista normal; se dice que tienen *vista cansada*, aludiendo a que los músculos del cristalino han perdido su tono y están lacios, no tiran de él. Las imágenes se pintan detrás, debido o bien a que el cristalino es demasiado plano o a que el globo del ojo es demasiado corto de delante a atrás. Y toda vez que la lente del ojo es excesivamente plana, por cuya causa no convergen los rayos a poca distancia, sino a demasiada, la persona afectada por este defecto necesita usar lentes que añadan, en vez de sustraer, espesor al cristalino; tales lentes son más gruesas por el centro, delgadas por los bordes; son, sencillamente, *lentes de aumento*.

La vista cansada suele producir dolores de cabeza si el individuo no se da cuenta de que padece de este defecto y no se apresura a llevar las gafas que el médico oculista aconseje.

Todo profesor debe cuidar de vigilar la actitud o expresión de sus alumnos cuando escribe en el encerado, a fin de advertir cuáles son posibles sujetos afectados por defectos de visión.

Los ojos son órganos tan delicados, que requieren vigilancia suma, especialmente cuando se trata de niños; leer con luz mala o parpadeante es exponerse a echar a perder la vista. La mejor luz es aquella que viene desde detrás y de lo alto a la vez, o desde el lado izquierdo y encima; se procurará colocar las mesas y los asientos de manera que se cumplan esas favorables circunstancias. El exceso de lectura, o una labor demasiado delicada, es causa de padecimientos visuales. Pasadas las horas de clase es menester situarse al aire libre, con el fin de descongestionar los ojos, mirando cualquier lejanía.

**CUERPOS EXTRAÑOS EN LOS OJOS.**—El ojo es extraordinariamente sensible a cualquier cuerpo extraño que, a pesar de las cejas, párpados y pestañas, caiga sobre él, y más si se trata de algún pequeño mosquito, en cuyo caso el dolor es más intenso. Inmediatamente se produce, por acción refleja, un abundante lagrimeo, con objeto de facilitar que la partícula resbale hacia el ángulo del ojo, de donde es más fácil sacarlo mediante la punta de un pañuelo. Si la partícula se halla debajo del párpado superior, se coge éste entre el índice y el pulgar, mirando hacia abajo mientras; se procura que el párpado superior toque al inferior, como rodeando a éste por fuera, y se suelta; la partícula, restregada contra el párpado inferior, quedará entre las pestañas de éste. Esta operación no da resultado la primera vez, generalmente, y hay que insistir. Si se fracasa, se recurre a abrir el ojo dentro de agua, por si así se logra el fin tan apetecido. Pero siempre hay que tener en cuenta que los ojos son órganos de una delicadeza suma, y que lo más acertado es recurrir al médico especialista, aislando antes el ojo, a fin de que descanse, lo cual implica el que cese de ver y mirar, es decir, evitar toda fatiga en forma de luz, para lo cual deberá ser cubierto mediante un pañuelo extremadamente limpio y doblado adecuadamente. Si la partícula es metálica, hay que renunciar a toda manipulación que no sea a cargo del médico.

### Ejercicios prácticos

1. Es preciso cerciorarse de que el aire contenido en la faringe está en comunicación con el que ocupa el oído medio; para ello ciérrase la boca y apriétense las ventanas de la nariz; seguidamente hágase la acción de soplar; al instante notaremos una sensación de presión en el oído, la cual cesará en cuanto terminemos de soplar.

2. Procúrese de la carnicería un ojo de un ternero, y señálense en él las siguientes partes: el armazón blanco y duro, la porción transparente que constituye la ventana de penetración de la luz, el grueso

nervio blanco que penetra por detrás del globo del ojo y los extremos de los pequeños músculos sujetos a la superficie de la esfera ocular.

Córtese el ojo a través de la córnea o porción transparente; aparecerá el iris detrás, pegado al cristalino, pequeño, redondo y transparente. Detrás de esta lente aparece un líquido gelatinoso, que rellena el resto de la esfera del ojo. Una vez que haya sido vertido se verá una membrana que recubre interiormente a aquella cavidad; es la retina. Obsérvese el punto correspondiente a la entrada del nervio óptico.

3. Con un espejo delante fijémonos en el diámetro de las pupilas. Volvámonos rápidamente hacia la ventana por donde entra la luz, y en seguida mirémosnos otra vez en aquél; notaremos que las pupilas se han empequeñecido; hágase la experiencia al revés. Deducimos que el iris se contrae, aumentando el diámetro del orificio central cuando hay poca luz, y se relaja cuando la abundancia de luz es tal que no conviene que penetre demasiado en los ojos, a cuyo fin el orificio se empequeñece.

4. Hágase la observación de un dedo levantado, no lejos, y un objeto situado a mayor distancia, mirando con un solo ojo primero al dedo, y después al objeto lejano; éste aparecerá borroso. Mírese ahora a éste; el dedo será lo que aparecerá difuso. Demostración de que nuestro cristalino enfoca exactamente a lo que miramos, de una manera refleja y automática.

5. Si acercamos la mano, siempre con un dedo erguido, llegará un instante en que no podremos verlo con claridad, a pesar de que desde tal momento, y sólo entonces, nosotros mismos, haciendo un esfuerzo, queremos intervenir en la acomodación del cristalino por un proceso consciente.

6. El punto de penetración del nervio óptico en el ojo es el mismo lugar desde el cual se desparrama la membrana llamada retina, que representa el papel de la película sensible; en este punto no existe, pues, retina, sino el haz de fibras nerviosas que forma el nervio óptico; por consiguiente, es insensible a la luz. Sin embargo, es tan pequeño ese punto, que nosotros no nos damos cuenta de la reducidísima ceguera que su existencia implica. Pero de que existe tendremos la prueba en cuanto queramos; bastará dibujar en un papel una cruz y un grueso punto redondo, con tinta y bien destacados, y mirar con el ojo contrario una de las dos cosas pintadas, la cruz o el punto; veremos, sí, ambas, pero acercando poco a poco la cabeza, sin dejar de mirar, por ejemplo, la figura de la izquierda con el ojo derecho, o, al revés, llegará un momento en que la otra figura, que es la que

está a la derecha, desaparece de nuestra vista. Si proseguimos aproximando la cabeza, reaparecerá la imagen por un momento extinguida. Retrocediendo ahora, desaparecerá nuevamente, y retrocediendo más, reaparecerá. No cabe duda de que existe una dirección de rayos que, al penetrar en el ojo, van a coincidir con aquella pequeñísima porción carente de retina, o punto ciego.



### Temas referentes al capítulo XII

1. ¿Cómo llegan las ondas sonoras hasta las fibras del nervio que va al cerebro? ¿Existen otros medios, además del aire, transmisores del sonido?
2. ¿Qué porción del oído es la que realmente percibe los sonidos? Dígase cuanto se sepa acerca de ella.
3. ¿Qué es la trompa de Eustaquio?
4. Explíquese por qué los enfriamientos originan sordera.
5. Enumérense las partes del ojo que atraviesa la luz hasta llegar a la retina.
6. ¿Qué forma tiene la lente del ojo y qué efecto produce en los rayos que en el ojo penetran y la atraviesan?
7. Dibújese un esquema del ojo e indíquense en él los rayos luminosos de tal modo que se reúnan o enfoquen en la retina.
8. ¿Qué es la pupila o niña del ojo? ¿Qué cambios experimenta? ¿Cuándo? ¿Por qué?
9. ¿Qué sabe acerca de la visión binocular? ¿Por qué es más útil que la visión unioocular?
10. ¿Qué modificación experimenta el cristalino según miremos cerca o miremos lejos?
11. ¿Qué se entiende por punto ciego del ojo? ¿Cómo se comprueba su existencia?
12. Trácese un esquema para explicar la formación de una imagen clara y distinta en la retina. ¿Para qué sirve el iris y en qué circunstancias varía el diámetro de la pupila?

## CAPITULO XIII

### HIGIENE DE LA PIEL. CABEZA Y DIENTES

LA PIEL.—Nuestro cuerpo está recubierto por un tejido protector que se renueva constantemente. En las capas más profundas de la piel se forman sin cesar nuevas células, las cuales, a medida que crecen, empujan hacia afuera las que ya están viejas y gastadas, que se van cayendo en forma de escamitas. Cuando nos quitamos los calcetines o medias suele desprenderse un fino polvillo, el cual está formado por las escamitas en cuestión, que se desprenden con el roce. Algo análogo ocurre con la caspa.

Las pequeñas glándulas sudoríparas segregan constantemente *sudor*, el cual se evapora inmediatamente; por esto no se advierte su presencia, a menos que la piel se caldee, por el calor o por un trabajo fatigoso. El sudor, además de agua y sal, contiene algunas sustancias orgánicas, las cuales quedan sobre la piel. Existen, además, numerosas *glándulas sebáceas*, las cuales están en relación con las raíces de los pelos; la sustancia grasa que segregan evitan que la piel se reseque demasiado (fig. 52).

La acumulación de las células muertas—que no otra cosa son las escamas—de la piel y los residuos de las secreciones da lugar a mal olor, como ocurre con aquellos sujetos que no se prodigan el agua y el jabón.

LIMPIEZA DE LA PIEL.—Es esencial la limpieza de la piel si queremos conservar nuestra salud y evitar perjuicios a otras personas. Constituyen excelente práctica los baños calientes o tibios, seguidos de una fricción con la toalla con que se enjuga el cuerpo; la piel queda en inmejorables condiciones. A falta del baño diario, es inexcusable el lavado de las partes del cuerpo expuestas al exterior con jabón y agua. El cuer-

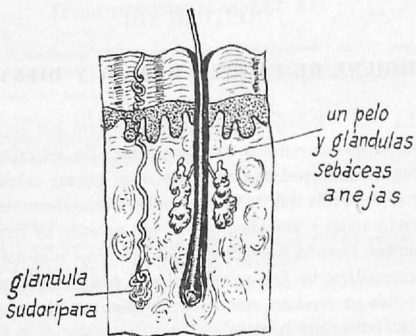


FIGURA 52

Corte de la piel visto al microscopio.

po, con una esponja empapada de agua caliente o fría, secándolo seguidamente con una toalla afelpada y algo áspera. Por lo menos una vez a la semana hay que tomar un baño caliente. Es indispensable el empleo del jabón, porque éste se combina con la sustancia grasienta de la piel y la disuelve; conviene el agua caliente, porque funde la grasa y colabora en su eliminación por el jabón.

Es recomendable la práctica de tomar diariamente un baño frío seguido de fricción; pero debe abandonarse y suspenderlo cuando no se experimenta en seguida un cierto bienestar,



sino que, antes bien, se presentan escalofríos. El agua fría roba calor del cuerpo, y ésta es la causa por la cual el escalofrío se presenta en algunas personas después de tomar un baño de esa condición. La fricción mediante toalla afelpada no sólo raspa la piel y arranca las escamas muertas, sino que activa la circulación sanguínea, lo cual produce sensación placentera.

Se observan en la cara, y sobre todo en los flancos de la nariz, numerosos poros, que no son sino las aberturas de glándulas sebáceas. Algunas veces se obturan, apareciendo en forma de granitos negruzcos, que desfiguran el rostro. Los pequeños tapones de sustancia untuosa y blanquecina que se forman en las glándulas sebáceas cuando aparecen esos granitos deben quitarse mediante presión entre los dedos pulgar e índice. Mejor se hará si previamente se coloca la cara sobre una atmósfera de vapor de agua de un recipiente que la contenga bien caliente, pues así se reblandecen aquellas sustancias.

**LAS UÑAS.**—Las uñas son verdaderas excrecencias de la piel; nacen de una raíz que está cubierta por un repliegue de aquélla.

Como sabemos ya, la piel contiene las terminaciones de los nervios sensitivos del tacto; las extremidades de los dedos son muy sensibles; de ahí el papel protector de las uñas. La excesiva longitud de las uñas entorpece el juego de los dedos; lo contrario deja al descubierto la piel extremadamente sensible que las uñas deben proteger.

Las uñas deben limpiarse mientras nos lavamos las manos con agua caliente, cepillo y jabón. Hay que recortarlas siempre que sea preciso, y nunca morderlas.

Unas manos bien cuidadas son signo de distinción personal,

EL PELO.—También el vello es una excrescencia de la piel. Cada pelo nace de un delgadísimo bulbo situado en lo profundo de la piel. En el folículo o canalillo del pelo existe una glándula sebácea, que se abre en él, y la grasa aceitosa fabricada por ella evita que el cuero cabelludo y el pelo mismo se dessequen. El cuero cabelludo requiere exactamente los mismos cuidados que el cutis, y es un error la creencia de que el lavado de aquél sea perjudicial para el cabello. El frotamiento diario con un cepillo *ad hoc* quita la caspa o escamas secas de la piel y activa la circulación sanguínea.

La caída del pelo obedece a una contracción de los bulbos; las lociones que procuran evitarla no lo logran, si bien es beneficioso el friccionarse con ellas.

En el cuero cabelludo pueden existir ciertos pequeños parásitos, animales o vegetales, especialmente el piojo, y cuya contaminación se adquiere al colocarse equivocadamente la gorra o sombrero de una persona que los tenga. Sus huevecillos quedan depositados sobre los mismos pelos; es propio de gentes desaseadas el poseerlos.

LOS DIENTES.—La decadencia de los dientes constituye un grave contratiempo, pues su posesión es de las más preciosas. Si nuestros dientes no están sanos y fuertes, corremos constantemente peligro de que nos duelan, y además nuestra salud puede resentirse al quedar imposibilitados de masticar debidamente los alimentos.

Es sabido que la Naturaleza nos provee de dos denticiones; cuando niños, comienzan a salirnos los dientes a los seis meses, aproximadamente, y aparece el último a los dos años; en total, veinte dientes. Esta dentición se llama de leche. Cuando se llega a los siete años, los dientes empiezan a caerse, debido a que sus raíces son absorbidas por los dientes permanentes, los cuales han ido formándose poco a poco debajo de los dientes de leche,

El número de dientes permanentes es de treinta y dos ; el total queda completo alrededor de los catorce años, excepto la muela del juicio, que aparece mucho más tarde, y a veces nunca. Mirádonos los dientes al espejo observamos sus diferencias ; los cuatro delanteros de la mandíbula superior y de la inferior, o *incisivos*, tienen forma de bisel, dispuestos especialmente para cortar los alimentos. A cada lado de estos dientes cortantes hay un diente puntiagudo, un colmillo, o *canino*, que en ciertos animales adquiere gran desarrollo : como en los perros, gatos, etc. A continuación tenemos *dos muelas* pequeñas, a las que siguen otras *tres muelas* de mayor tamaño. Es de notar que las muelas tienen superficie aplanada, propia para que entre ellas queden eficazmente triturados los alimentos, esto es, molidos.

En cada diente hay que considerar la *corona*, que es la porción que sirve para masticar, y la *raíz*, por la que se agarra o fija a la mandíbula. Los dientes cortantes y las pequeñas muelas sólo tienen una raíz ; las muelas grandes o verdaderas tienen dos raíces en la mandíbula inferior, y tres en la mandíbula superior (fig. 53).

Los dientes están formados por una sustancia dura, ósea, denominada *dentina* o marfil, a la que atraviesan numerosísimos canales diminutos. La corona es una especie de casco que cubre al marfil, y está constituida por otra sustancia llamada *esmalte*, que es muy dura, y que por esto resiste mucho más que el marfil al desgaste que a la larga produce el masticar.

Desde la raíz del diente corre por dentro un pequeño canal, que alberga un fino nervio y los vasos sanguíneos propios del diente. A ese nervio débense los dolores de dientes y muelas, aviso de algún peligro que el nervio advierte. Los dientes pueden ser atacados por la *caries*, enfermedad que alcanza las proximidades de la raíz del canal ; entonces el nervio envía mensajes al cerebro, los cuales percibimos en forma de

dolor. Constituye una temeridad el desoír el aviso, puesto que, con seguridad, el final es la pérdida del diente.

Esta enfermedad es producida por microorganismos que atacan al diente y llegan a destruirlo totalmente. El esmalte es más resistente a esos ataques que el marfil o dentina, y por esto muchas veces un diente está aparentemente sano a pesar de tener corroído el marfil. Las porciones de éste ataca-

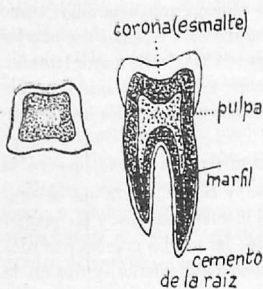


FIGURA 53

Cortes transversal y vertical de un diente.

das por los microorganismos se ablandan y acaban por desaparecer, formándose una cavidad; el diente acaba por no ser más que una especie de cáscara cubierta por el esmalte o corona, que termina por caerse. Es indispensable la intervención del dentista a la menor advertencia, el cual procede a raspar la parte enferma y a rellenarla con materias adecuadas, que se endurecen por sí mismas; el diente queda en condiciones de continuar trabajando y la enfermedad ha sido evitada, y prevenida la invasión de gérmenes.

CUIDADOS QUE ES PRECISO OBSERVAR CON LOS DIENTES.— La causa principal de la destrucción y caída de los dientes es la presencia de partículas de alimento alrededor del cuello de los mismos y entre ellos. Los alimentos feculentos, sobre todo, son perjudiciales por la pasta que forman, que es muy adherente. Las frutas que se toman de postre convienen porque limpian los dientes. Mala costumbre es comer con-

cadadas por los microorganismos se ablandan y acaban por desaparecer, formándose una cavidad; el diente acaba por no ser más que una especie de cáscara cubierta por el esmalte o corona, que termina por caerse. Es indispensable la intervención del dentista a la menor advertencia, el cual procede a raspar la parte enferma y a rellenarla con materias adecuadas, que se endurecen por sí mis-

tinuamente dulces o pasteles entre comidas, porque entonces los dientes jamás pueden estar limpios. Las pulpas no son tan indicadas como los alimentos que requieren una masticación sostenida.

Tanto por la mañana como por la noche los dientes deben ser limpiados mediante un cepillo no demasiado fuerte y algún jabón o pasta adecuada, o simplemente bicarbonato sódico. El cepillo debe ser movido suavemente, de manera que elimine las partículas que pueda haber entre los dientes, introduciendo las cerdas por los espacios respectivos, además de frotar sus caras posterior y anterior, pero sin abusar, para no descarnar las encías. Dos veces al año hay que acudir al dentista para evitar todo ataque por microorganismos, y siempre que padezcamos algún dolor. Cuando éste es intenso y persistente, es porque el nervio comienza a sufrir los efectos de una putrefacción al llegar hasta él la invasión de gérmenes; no se hacen esperar las consecuencias en forma de un absceso en el extremo de la raíz del diente atacado. La materia o pus del absceso va barrenando los tejidos para abrirse camino hacia la superficie de la encía, y forma un flemón, con el consiguiente aumento del dolor. Gran trastorno constituye el haber abandonado la boca hasta hacer precisa la extracción del diente enfermo.

Nunca deberá ser extraído un diente hasta tanto que ya no se vislumbre la menor posibilidad de salvarlo.

### Ejercicios prácticos

1. Ante un espejo hágase presión con los dedos en la concavidad de los lados de la nariz, y después frótese con un pedazo de papel blanco; aparecerá en éste una huella grasienta, producida por la secreción sebácea exprimida de las glándulas.
2. Los poros de las glándulas sudoríparas son muy pequeños; las gotitas de sudor indican perfectamente su situación en el cutis.
3. Examinense los propios dientes en un espejo y obsérvense las diferentes formas que tienen los que sirven para cortar, desgarrar y moler.

**Temas relativos al capítulo XIII**

1. ¿Qué glándulas hay en la piel y cómo podría ser demostrada la secreción propia de cada una?
2. Explíquense las ventajas del baño caliente.
3. Dibújese un diente, escribiendo los nombres de sus diferentes partes. Indíquese la manera como el diente recibe la sangre y el nervio.
4. ¿Cuál es la causa del dolor de muelas?
5. ¿Qué se entiende por cuidado de los dientes y por qué tiene tanta importancia?

## CAPITULO XIV

### EL CALOR CORPORAL Y EL VESTIDO

NUESTRO CALOR PROPIO.—Ya estamos familiarizados con la idea de que el cuerpo humano viene a ser como una máquina de vapor, puesto que en él son quemados los alimentos que constituyen el material combustible. Si hace frío, nos ocurre lo mismo que en nuestras casas: hay que encender la calefacción. Necesitamos comer más cantidad de alimento que cuando hace calor, y tomamos, sobre todo, sustancias grasas, cuya combustión en el cuerpo libera más calor, como en anteriores páginas se ha dicho. La mayor parte de nuestro calor se produce en los músculos, que en tan gran proporción entran en la constitución de nuestro cuerpo. Lo sabemos muy bien con recordar lo que nos sucede cuando hacemos una marcha dura o un trabajo físico que exige mucho esfuerzo.

Normalmente la temperatura de nuestro cuerpo, tomada con el termómetro clínico debajo de la lengua o en la axila, es de 36,5° centígrados. Si es más elevada, es que se tiene fiebre. Se trata entonces de que las combustiones internas son demasiado rápidas y llegan a quemar la sustancia de nuestro propio cuerpo como combustible. Si la fiebre es duradera, se queman todas las grasas que estaban almacenadas en el cuerpo, el enfermo adelgaza visiblemente y los músculos empiezan a gastarse, porque también suministran su propia sustan-

cia para ser quemada. Cuando la fiebre pasa de los cuarenta grados, los leucocitos, que son los fabricantes de los ejércitos defensivos, sucumben, y el organismo queda muy desarmado ante los microorganismos infecciosos causantes de la fiebre.

CÓMO PERDEMOS EL CALOR.—Siempre que un cuerpo caliente esté rodeado de aire a menor temperatura perderá su propio calor hasta que las temperaturas de uno y otro sean iguales, se equilibren. Tenemos de esto una experiencia diaria: el meternos en la cama. Y se comprende cuánto será el calor que se pierde cuando se está en la cumbre nevada de una alta montaña.

El calor es transmitido por ciertos cuerpos, llamados buenos conductores; otros no lo transmiten, son malos conductores. Las asas de muchas cafeteras tienen un segmento de madera, para evitar que la mano se quemé al coger el envase lleno de líquido hirviendo o muy caliente. Hoy día se emplean unas placas de sustancia mineral incombustible, sobre la cual, encima de la mesa, se coloca la fuente o cacerola procedente de la cocina, evitándose así el que se quemé la madera.

El fundamento de los termos es la incapacidad conductora que tiene el corcho que rellena el espacio que hay en las paredes de doble fondo de dichos utensilios.

Puesto que nuestra temperatura es de alrededor de los treinta y siete grados, perdemos calor en cualesquiera climas fríos y templados, puesto que el aire que nos envuelve es más frío que nosotros.

Otra causa de pérdida de calor es la evaporación que el sudor experimenta constantemente, a medida que es segregado por las glándulas de la piel. Que esta evaporación es causa de enfriamiento nos lo demostrará la evaporación rapidísima de unas gotas de alcohol o espíritu de vino extendidas en la palma de la mano: notaremos frío en el área que



ocupó el alcohol. Todo líquido que se evapora absorbe de donde quiera que sea el calor necesario para aquel cambio de estado, y ese calor es robado tanto más rápidamente cuanto más rápido también es dicho cambio. Por la misma razón hay un tosco procedimiento casero para refrescar una botella de vino envolviéndola en un paño empapado en agua y renovando ésta a medida que el paño está casi seco, y procurando colocarla en una galería por donde corra el aire, porque el aire en movimiento acelera la evaporación.

Por esto también notamos más frío los días que sopla aire que aquellos otros en que, a pesar de señalar el termómetro idéntica temperatura, hay tranquilidad atmosférica.

Hay una sustancia, el éter, que se evapora tan rápidamente que ocasiona un gran descenso de temperatura, debido a la gran cantidad de calor que roba al cuerpo, con el cual se pone el éter en contacto.

**MECANISMOS REGULADORES DEL CALOR DE NUESTRO CUERPO.**—El cerebro es el órgano que regula la producción y la pérdida de calor. A él llegan los mensajes que piden más temperatura, así como las quejas de demasiado calor. Al cerebro le es fácil atender estas quejas: le basta ordenar a las glándulas sudoríparas que segreguen y viertan más cantidad de sudor, el cual, por ser casi enteramente agua, se evapora pronto y refresca la piel, robando ésta, a su vez, calor al interior del cuerpo. Al mismo tiempo las arterias pequeñas, que distribuyen la sangre por la gran red de capilares de la piel, reciben orden de dilatarse, y en virtud de esto circula una mayor cantidad de sangre por dichos capilares y la piel se calienta, por lo cual ésta irradia más calor fuera del cuerpo.

La necesidad de mayor calor se traduce en un incremento del apetito, y el aumento de alimentos ingeridos ocasiona una combustión más activa en el interior del cuerpo.

Para completar el proceso de nuestra regulación calorífica o térmica, así como para contrarrestar las pérdidas de calor, recurrimos a los trajes o vestidos, es decir, a utensilios que nos proporciona el mundo exterior a nosotros.

Cuando se tiene fiebre, el centro distribuidor de órdenes, situado en el cerebro, no se halla en condiciones favorables para evitar el aumento de calor anormalmente producido; no puede transmitir órdenes a las glándulas sudoríparas, y por esto la piel está caliente y seca.

PAPEL DE LOS TRAJES Y VESTIDOS.—En nuestras latitudes no nos es posible vivir sin cubrir el cuerpo con vestiduras, pues no siendo la temperatura reinante suficientemente elevada para el caso, perderíamos calor, y difícilmente podríamos generar nosotros mismos el calor suficiente para contrarrestar el desequilibrio con el frío exterior.

La condición primordial del vestido es que sea mal conductor. Si se trata de un clima frío o templado, su finalidad es evitar la pérdida de calor nuestro. Pero tratándose de clima tropical, su objeto ha de ser el contrario: detener el excesivo calor del sol. Por esta misma razón no elegimos las mismas telas para los trajes de verano que para los trajes de invierno.

He aquí las diversas materias usadas para el vestido, entre las cuales están unas que son peores conductoras del calor que otras. Las materias procedentes del reino animal son: lana, pelo, seda, pieles, plumas y cueros; del reino vegetal son el algodón y el lino. Las sábanas de algodón o de hilo las hallamos siempre mucho más frías que las mantas y cobertores, y ello es debido a que tanto el hilo como el algodón no son tan malos conductores del calor como la lana. La seda no evita la pérdida de calor tan eficazmente como la lana, pero la evita mejor que el hilo y el algodón.

Tiene interés fijarnos en la manera como un vestido está tejido y confeccionado. Si el tejido es tupido, no habrá en él

tanto aire interpuesto como si la tela es fofa. Ahora bien : el aire es un cuerpo mal conductor, por lo cual su presencia entre las mallas del tejido fofa hará que éste resguarde nuestro cuerpo mejor que la tela tupida. Por igual razón, en cierto modo los vestidos o trajes sueltos—la capa por ejemplo—guardan el calor mejor que los trajes muy estrechos ; la superposición de varias prendas delgadas resulta más eficaz contra el frío exterior que una sola prenda de tela gruesa. Un jersey, por ejemplo, aunque sea muy delgado y pese poco, es una prenda que conserva eficazísimamente el calor del cuerpo, porque los puntos son flojos, y la misma lana, que está fofamente hilada, contiene interpuesta una gran cantidad de aire. No debemos olvidar, empero, que no evita la acción del viento, lo cual se comprende, puesto que el viento atraviesa la lana. La capa de aire caliente que está en contacto con el cuerpo es constantemente renovada por el aire que se infiltra por las mallas de la prenda ; no bien el aire es calentado por el cuerpo cuando llega a reemplazarlo una nueva capa de aire frío. Las pieles y cueros constituyen la protección más eficaz contra el viento, por no ser porosas y por su estructura compacta.

En relación con los materiales con que están confeccionados los trajes, tiene cierta importancia su capacidad para retener la humedad. Es bien sabido que los tejidos de algodón y de hilo se secan con más rapidez que los de lana, y que ésta absorbe más agua que el algodón. El sudor segregado es absorbido por nuestras prendas interiores.

Ya sabemos que cuando un líquido se evapora absorbe calor de cuanto lo rodea. Ahora bien : si el traje se seca rápidamente, como ocurre con los tejidos de algodón, el calor del cuerpo será robado con gran rapidez, y correremos el peligro de resfriarnos. En cambio, la evaporación de la humedad de los tejidos de lana es lenta, y por esto es menor el peligro de enfriamiento. Además, cuanto más fofa es el tejido, más can-

tividad de agua puede absorber y retener. El agua retenida por el algodón o el lino se evapora con mayor rapidez que si la tela fuese de lana.

ELECCIÓN DE LAS PRENDAS DE VESTIR.—Con todos estos antecedentes, ya no es dudosa la elección de las telas con las cuales se va a confeccionar un traje que haya de estar en inmediato contacto con la piel. De todos los materiales, el mejor y más seguro es la lana, pues defiende el calor corporal mejor que ningún otro tejido, y la humedad absorbida del propio cuerpo se evapora muy lentamente. Por lo tanto, sobre la piel deberá usarse prendas de franela o de lana. A esto se objeta a veces que la fibra áspera de la lana irrita los cutis delicados y sensibles. Por regla general, la irritación desaparece en un par de días a lo sumo ; y si no, puede sustituirse la lana pura por tejidos mixtos a base de seda y lana, o lana y algodón. Estas mezclas resultan de uso muy agradable, sobre todo si el tejido es fino. La práctica de llevar sobre la piel prendas de algodón o hilo no es recomendable, porque no resultan suficientemente calientes en el invierno y, en cambio, se empapan de sudor en el verano, con el consiguiente peligro de enfriamiento.

El número de prendas que hemos de llevar depende del clima y de la época del año. Cuanto más frío haga más necesario será el mantener el calor del cuerpo y mayor cantidad de lana será precisa. Inútil es decir cuán conveniente sería lograr el propio endurecimiento, hasta el extremo de llevar sin el menor cuidado la misma clase de ropa en invierno que en verano. Sería una equivocación no contrarrestar la pérdida de calor mediante mayor número de prendas, toda vez que, de otro modo, habría que injerir mayor cantidad de alimentos, con objeto de producir el necesario exceso de calor. En las regiones polares el único medio de guardar el calor del cuerpo consiste en llevar pieles.

Uno de los peligros de exponerse a un frío extraordina-

rio es el quedarse helado. Lugares elegidos son la punta de la nariz o el borde de la oreja, porque una y otro permanecen más tiempo en contacto con el aire. Un principio de congelación son los sabañones, que padecen, sobre todo, las personas que tienen una circulación pobre. La sangre se sale de los vasos capilares de la piel a causa del frío, y después, al restablecerse la circulación, la red de capilares queda demasiado llena de sangre y la porción afectada se hincha y produce dolor. Los sabañones de los pies sobrevienen porque después de haberlos tenido muy fríos son colocados cerca de una chimenea o brasero.

FORMA DE LOS VESTIDOS O TRAJES.—Es preciso combinar las prendas de vestir de manera que resulten adaptadas lo mejor posible al cuerpo.

El corsé se utilizó en tiempos pretéritos como un medio de obtener una cintura lo más estrecha posible, haciendo caso omiso de los enormes perjuicios que la moda acarrea. Afortunadamente aquella preocupación por el talle delgado desapareció hace tiempo, y no es fácil que resucite. El antiguo corsé oprimía la porción inferior del tórax, tan importante para la respiración, y además comprimía el hígado hacia abajo. El corsé poco alto por delante deja en libertad la parte inferior del tórax.

Una de las condiciones que deben llenar los vestidos es que no constriñan el cuerpo y permitan holgadamente todos sus movimientos. Sustituye al corsé, con eficacia, la faja abdominal hecha de tejido elástico o malla, pues no restringe ningún movimiento y constituye excelente soporte para otras piezas del vestido.

Desde el punto de vista de la limpieza, lo mejor sería usar siempre trajes lavables; los de algodón, empleados en verano, son susceptibles de lavarse a menudo.

Los vestidos o trajes han de ser lo más atractivos posi-

ble. La ropa limpia, pulcra, bien cepillada, constituye una nota de propio respeto, y la misma persona trabaja mejor y es un miembro de la sociedad más apreciado cuando va bien trajeado, no tanto en la calidad como en el modo de llevar las prendas de vestir. No hay nada que produzca una impresión tan deplorable como ser visto con calzado de tacones defectuosos o con los guantes, medias o calcetines con roturas.

**EL CALZADO.**—Es natural que el calzado malo repercuta en el estado de los pies, ya que éstos han de sostener el peso de todo el cuerpo. Si los zapatos o botas son defectuosos, aparecerán durezas desagradables y dolorosas en los pies. El tacón debe ser ancho, a fin de que haya una base de sustentación lo más grande posible. Los tacones demasiado altos alteran el equilibrio del cuerpo y hacen al sujeto propenso a torcésele el tobillo.

La suela del calzado debe ser ancha y albergar a los dedos holgadamente. El apolotonamiento de éstos origina durezas (callos, etc.).

Los llamados pies planos tienen su origen, en parte, a posturas en pie excesivamente prolongadas y también al calzado defectuoso. El arqueamiento normal del pie puede restablecerse mediante unos ejercicios sencillos, tales como levantar los talones suavemente del suelo mientras estamos en pie; después hay que abatir lentamente los propios talones. Diariamente se hará este ejercicio por espacio de diez minutos.

### Ejercicios prácticos

1. Hagámonos de dos botellas de igual tamaño, A y B. Envolveremos la botella A con una tela de algodón empapado de agua. Llenaremos las dos botellas con agua caliente hasta la misma altura. Las dejaremos así durante media hora, y seguidamente veremos a qué temperatura están con un termómetro. La temperatura del agua

de la botella A es algunos grados más baja que la del agua de la botella B, debido a que la evaporación del agua de que estaba empapado el paño de la botella A ha robado calor de ésta y de su contenido.

2. Dos anchas tiras, una de franela y la otra de algodón, serán empapadas en agua; arrollaremos una en cada mano. Obsérvese cuál de las dos manos está más fría cuando las juntamos.

3. Sumérjase una tira de algodón en alcohol y otra análoga en agua; arróllese cada una en una mano. Obsérvese cuál está, después, más fría de las dos; el alcohol se evapora más rápidamente que el agua, y por esto roba calor a la mano más de prisa que el agua.

### Temas referentes al capítulo XIV

1. ¿Por qué tiene importancia la variación del traje en armonía con la estación y con el clima?
2. ¿De qué único modo puede el cuerpo engendrar calor?
3. Explíquese por qué el sudor refresca el cuerpo. ¿Es éste el único mecanismo en virtud del cual pierde el cuerpo calor?
4. ¿Cuál es el más importante uso de los trajes o vestidos en los climas fríos y templados? ¿Qué clase de telas se prefieren en tales climas?
5. ¿Cómo se explica la diferencia que en cuanto a la temperatura resulta de las prendas confeccionadas con telas fofas y las hechas con telas tupidas?
6. ¿Qué diferencias se descubren entre el invierno y el verano por lo que respecta: a) a la alimentación, b) al vestido? Razónense.
7. ¿Cuáles son las materias principales de donde proceden los tejidos y qué valor relativo tiene cada una? ¿Qué requisitos deben llenar las prendas de vestir para que resulten favorecedoras de la salud?

## CAPITULO XV

### EL EJERCICIO Y EL REPOSO

EL EJERCICIO.—Cuando vemos a un atleta, a un campeón deportivo, no podemos por menos que sentir hacia él cierta admiración; admiramos asimismo grandemente al hombre que llega a adquirir un endurecimiento tal, que puede lanzarse a temerarias exploraciones polares o a escaladas llenas de riesgos a las cumbres de las más elevadas montañas. Comprendemos en seguida que tanto el uno como el otro no habrían alcanzado jamás los laureles si no se hubiesen sometido pacientemente y con entusiasmo a su propio deporte. Para ello han tenido que poner una cosa sobre todo: corazón, coraje. Y así han llegado a adquirir lo que hoy día llamamos entrenamiento, hábito; es decir, «forma».

No hemos de intentar llegar a ser atletas, pero sí hemos de procurar, aunque sea con esfuerzos un tanto molestos, hacer que nuestros cuerpos alcancen el mayor grado de energía posible mediante el incremento de nuestras fuerzas musculares y de nuestro endurecimiento. La gimnasia o cultura física jamás debe caer en la manía del *record*, sino buscar el equilibrio fisiológico, tan fácil de perder a consecuencia del exceso de trabajo intelectual. El médico debe dar la ficha previa que marque las posibilidades de cada muchacho o muchacha, en evitación de funestos errores.



Hay en la Naturaleza una regla que casi nunca deja de darse ; es ésta : la falta de uso de un órgano trae consigo el paulatino empequeñecimiento o atrofia de éste, o, por lo menos, se hace cada vez menos apto para realizar el trabajo que le estaba encomendado. De ello constituyen los músculos un ejemplo indiscutible : cuando por accidente un brazo tiene que permanecer inmovilizado durante algún tiempo, ocurre que al quitar el aparato que lo mantenía rígido el miembro parece algo más pequeño que el brazo sano, debido a que los músculos han quedado un tanto achicados a causa del desuso. Lo contrario acontece con los atletas, cuya musculatura fuerte y saliente revela bien a las claras el gran uso que de los músculos hacen. Obsérvese, a este propósito, la musculatura de los brazos de un herrero, por ejemplo. Cada fibra muscular adquiere más robustez cuando está trabajando constantemente ; el resultado es que todo el músculo adquiere mayor volumen.

ENTRENAMIENTO.—El ejercicio muscular diario, paulatinamente intensificado, conduce al entrenamiento, es decir, a poder realizar esfuerzos que en los comienzos de aquél era imposible efectuar sin fatiga ; mediante el entrenamiento aumenta grandemente la capacidad del hombre para una determinada clase de trabajos musculares, ya sea la marcha, o la natación, o la escalada, o cualquier otro deporte.

Pero el ejercicio muscular no conduce solamente a un aumento del tamaño y de la capacidad de trabajo de los músculos. Sabemos, en efecto, que los músculos contienen una red de capilares y, por consiguiente, es fácil imaginar que por efecto de las contracciones musculares la sangre será obligada a filtrarse fuera de ellos, como si se tratase de esponjas. Por su parte, las venas, que devuelven la sangre al corazón, son vaciadas, ya que los músculos las estrujan cada vez que se contraen. El resultado es que el ejercicio muscular hace

el efecto de una bomba que coadyuva a la aceleración de la marcha de la sangre.

La consecuencia general es que no solamente los productos de desgaste formados durante la combustión interna de las sustancias alimenticias son rápidamente eliminados de los tejidos, sino que los músculos reciben con más rapidez el riego sanguíneo. Cuando realizamos un ejercicio muscular activo, el corazón bate más aceleradamente y nuestra respiración es más rápida; además, los órganos especializados en expulsar las sustancias de desgaste son estimulados en su trabajo, y las eliminan más enérgicamente. Con lo cual el ejercicio muscular beneficia a todo el cuerpo, en último término. No hay nada mejor que hacer algún juego al aire libre por la tarde para que tengamos después buen apetito y sintamos en todo el cuerpo una sensación de bienestar.

LA FATIGA.—Después de una larga caminata o de una penosa ascensión nos hallamos cansados, y además los músculos parece como que están tiesos; ambas cosas persisten durante uno o más días. La rigidez constituye un verdadero aviso de la fatiga muscular. Fué tal la demanda de trabajo que sobre nuestros músculos pesó durante la caminata o la ascensión, que las materias de desgaste producidas por la combustión de los alimentos se acumularon en ellos, y no ha habido lugar para que fuesen eliminadas con la rapidez debida. Lo mejor para conseguir que la rigidez muscular pase pronto es un baño muy caliente. Y se comprende perfectamente: la superficie del cuerpo queda caldeada, y por la red de capilares de la piel circula la sangre en gran cantidad, lo cual estimula la secreción de las glándulas del sudor, coadyuvando de esta manera a la expulsión de las materias detriticas o de desgaste muscular.

En los días siguientes a un ejercicio rudo y fatigoso, no debe estarse en descanso absoluto, sino efectuar un trabajo

muy moderado, puesto que así se estimula la circulación de la sangre y de paso es favorecida la expulsión de las sustancias de desgaste acumuladas.

La diferencia que hay entre unos músculos entrenados y unos músculos no entrenados estriba en que estos últimos se fatigan más pronto. No está bien descansar durante varios días para después estarse uno entero trepando o andando, porque entonces sobreviene el cansancio o *surmenage*. Mucho mejor es hacer algún ejercicio todos los días, que preparará insensiblemente al cuerpo para el día señalado, el cual nos dejará una sensación agradable de cansancio moderado y no aniquilador.

CLASES DE EJERCICIO MUSCULAR.—Todos los ejercicios al aire libre son buenos, pero unos hacen trabajar más a los músculos que otros. El paseo implica llevar la cabeza erguida y bien derecho el cuerpo, y obliga a trabajar a muchos músculos; constituye, por tanto, un ejercicio excelente, con la ventaja de que siendo un ejercicio moderado, no tiene el peligro de acarrear enfriamientos como consecuencia de entrar en calor excesivo.

La natación favorece el ensanchamiento de la espalda e dorso y el desarrollo de sus músculos. En este ejercicio entran en juego principalmente los músculos de las extremidades.

Hay ejercicios que por hacer trabajar a unos músculos más que a otros, o a una región del cuerpo más que a otras, producen a la larga una leve deformación de éste; ello explica el encorvamiento del trabajador de la tierra, con sus espaldas convexas, redondeadas, abultadas. Ello es debido a que utiliza más los músculos que inclinan el tronco que los que lo mantienen erecto, y estos últimos acaban por no tener la fuerza necesaria para contrarrestar la acción de los músculos que encorvan el cuerpo.

ACTITUDES DEFECTUOSAS.—Cuando una persona tiene la costumbre de sentarse o de estar de pie con cierta dejadez, o sea con la cabeza caída o inclinada y el dorso torcido, acaba por cargarse de espaldas y tener el cuerpo encorvado; bien conocida es la silueta de quien se pasa la vida sobre los libros o los documentos de la oficina o bufete. Los músculos del dorso enderezan el tronco cuando se contraen; pero mien-

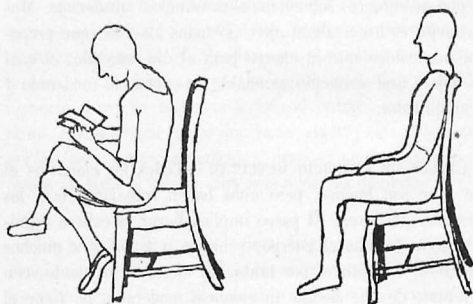


FIGURA 54

Actitud defectuosa.

Posición correcta.

tras estamos sentados de cualquier manera, dichos músculos están lacios, porque entonces no hacemos uso de ellos. No será, por tanto, conveniente insistir en esa actitud defectuosa, puesto que si a los músculos no se les hace trabajar, les ocurrirá lo mismo que a las herramientas abandonadas, que acaban por enmohecerse; los músculos desusados se debilitan, y llega el momento de no poder contrarrestar los efectos de la mala postura (figs. 54 y 55).

En los jóvenes las consecuencias de los vicios de posición o actitud son más perniciosas que en las personas adultas, porque en aquéllos los huesos y los músculos no han alcanzado el total desarrollo, y, en cambio, el vicio contraído se

hace fijo y permanente. A este propósito vale la pena recordar lo que sucede con los pies de las mujeres chinas; desde su niñez han estado aprisionados, y sus músculos no han podido actuar jamás, así como tampoco los huesos tuvieron sitio para crecer. De ahí resulta que cuando las niñas chinas llegan a mayores sus pies son pequeños y deformes. Esto constituye un serio aviso de lo que puede sucederles a los huesos cuando su forma es alterada a causa de haberlos tenido en mala posición durante largo tiempo, sobre todo en



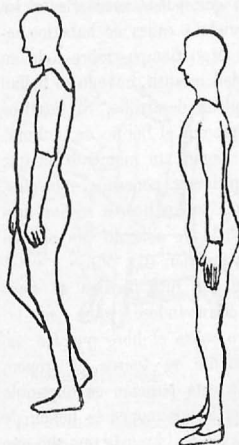
Curva de la gravedad

FIGURA 55

la edad infantil, cuando se hallan en pleno desarrollo. Si nosotros contraemos el hábito de inclinarnos, llegará un momento en que no podamos ponernos enhiestos, porque ya los huesos se han desarrollado de acuerdo con aquella falsa posición (fig. 56). Cuando una persona se sienta encorvándose sobre su labor o sobre el libro que lee, no solamente se tuerce el tronco, sino que el tórax se hunde. En esta posición es imposible respirar profundamente para que los pulmones se llenen de aire; para dilatar la cavidad torácica no hay más remedio que enderezar la espalda. Si nosotros vamos creciendo con las espaldas cargadas, inclinados hacia delante, el pecho queda hundido y la capacidad respiratoria de los pulmones es menor que la que debieran tener; el aire que los rellena no se renueva con la eficacia debida, y su impureza predispone a ciertas enfermedades peligrosas.

La mejor manera de evitar todo ello consiste en estar de pie o sentado correctamente, es decir, derechos, con el busto echado hacia atrás, a fin de respirar profundamente. De vez en cuando nos vemos obligados a inclinarnos sobre lo que es-

tamos haciendo, y esto es una razón más para contrarrestar las consecuencias de aquella actitud perjudicial contrayendo los músculos que yerguen la espalda y los que dilatan el pecho o tórax. Como se dijo anteriormente, la natación es el recreo que mejor realiza ese objeto, pero no es el único; están, además, los ejercicios gimnásticos.



Posición defectuosa.

FIGURA 56

Actitud  
correcta.

GIMNASIA.—Es tal su importancia, que hoy día se practica en todas partes. A diferencia de otros ejercicios musculares, mediante la gimnasia se hace trabajar a determinados grupos de músculos, o se obliga a unos músculos a que realicen un ejercicio más intenso que otros muchos; la gimnasia facilita, por tanto, medios para reforzar los músculos que están decaídos, y también para acrecentar el desarrollo muscular de todo el cuerpo.

No hace falta instalar gimnasio; claro está que mejor sería disponer de uno. Sin necesidad de aparatos de nin-

gún género, se pueden hacer ejercicios de una eficacia indudable. Los músculos del pecho se desarrollan haciendo respiraciones profundas mientras el cuerpo permanece tendido sobre el suelo en una habitación con la ventana o balcón abierto. Los músculos del dorso se desarrollan mediante varios ejercicios que conducen a corregir el sobrecargamiento de espaldas. Uno de los mejores consiste en colocarse boca abajo so-

bre una mesa (fig. 57), pero quedando fuera todo lo que no sean las extremidades abdominales. En la posición de descanso, el tronco se sostiene apoyando las manos sobre el suelo. Los pies se sujetan valiéndose o bien de otra persona, o mediante una correa que rodee a ellos y a la mesa. Puestas entonces las manos sobre las caderas, comienza el ejercicio, que consiste en hacer que el tronco se doble hacia abajo y hacia arriba lo más posible, haciendo alternativamente un ángulo recto con el tablero de la mesa y disponiéndose en la prolongación del plano de éste. La realización de estos movi-

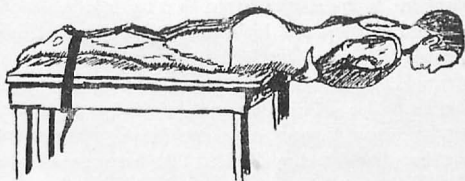


FIGURA 57

mientos, de doce a veinte veces, primero por la mañana, después al atardecer, desarrolla eficazmente los músculos dorsales y además corrige las espaldas defectuosas.

La gimnasia, además de aumentar la energía muscular, proporciona gran flexibilidad al cuerpo en conjunto. Es sabido cuánta dificultad hay para llegar a tocar los dedos de los pies con las manos si las piernas se mantienen estiradas; pues bien, después de intentarlo varias veces, se llega a vencer la aparente imposibilidad del principio. Los bailarines alcanzan tanta flexibilidad y ligereza gracias al continuo ejercicio muscular que realizan, especialmente en las piernas. El cuerpo mejor dispuesto para el trabajo y el deporte a la vez será aquel que sea muy flexible y cuyos músculos estén bien desarrollados. De ahí la conveniencia de que todo mu-

chacho haga ejercicios gimnásticos y tenga a gala ser fuerte y bien plantado. Cervantes describe maravillosamente dos tipos físicos opuestos: Don Quijote, alto y delgado, y Sancho Panza, rechoncho y musculoso; aquél, con ideas tan sobrehumanas y absurdas, que lindan con la locura, y Sancho, con pensamientos más cuerdos, por limitados. Esto demuestra cómo influye en el espíritu, no sólo la salud del cuerpo, sino la misma complejión de la persona, que la gimnasia puede favorecer o corregir.

Hay dos maneras de hacer ejercicios. Una es la manera mala, porque consiste en realizarlos como el que cumple una obligación; la otra manera estriba en poner toda la atención posible en lo que se está haciendo, sin pensar en otra cosa. Pensando en el grupo de músculos que están trabajando y en hacer cada movimiento de una manera tan perfecta y precisa como sea posible, así como poniendo en cada ejercicio toda la energía de que se disponga, con el fin de que los músculos sean obligados a trabajar, el resultado será tan bueno que bien habrá valido la pena la molestia que el ejercicio gimnástico ha producido. El cuerpo adquirirá flexibilidad, ligereza y energía, y será apto para emprender cualquier juego y andar distancias mayores sin sentir fatiga. Creceremos con unas espaldas derechas y un pecho bien desarrollado, y seremos señalados como individuos dignos de admiración.

EL DESCANSO. EL SUEÑO. LOS RECREOS.—El reposo no es menos necesario que el trabajo; para gozar de buena salud es preciso descansar suficientemente (fig. 58). Todo en la Naturaleza se verifica por ciclos, es decir, a una fase de actividad sucede un período de reposo; hasta una víscera tan activa como es el corazón descansa brevemente, mediante una pausa después de cada latido, como si ella le fuese indispensable para recobrar fuerzas. La forma ideal del reposo consiste en dormir, porque así el descanso se distribuye



entre todos los tejidos del cuerpo: los músculos están totalmente relajados, late el corazón con más lentitud y nuestra respiración es más tranquila. Sin embargo, aún quedan ciertas porciones del cerebro sin dormirse.

Durante el día no hacemos más que gastar energías, tan-



El reposo de los niños, sin abusar de la acción directa del sol en nuestro clima, constituye la mitad de toda la medicación.

#### FIGURA 58

El reposo de los niños, sin abusar de la acción directa del sol en nuestro clima, constituye la mitad de toda la medicación.

to mentales como físicas; durante la noche, es decir, mientras estamos entregados al sueño, aquel gasto está considerablemente reducido. El niño recién nacido aplica a la tarea de crecer todas las energías de que dispone; por esto necesita dormir casi constantemente; a medida que se hace mayor, va durmiendo menor número de horas. Los niños deben dor-

mir diariamente unas catorce horas hasta que tienen dos años y medio; después les son suficientes doce horas.

Los niños de las escuelas y centros docentes necesitan unas diez horas de sueño, por lo menos; mayores aún, les son precisas, por lo menos, ocho horas. La cantidad de horas de sueño es desigual entre unas personas y otras. El no dormir lo suficiente constituye un gran contratiempo; la falta de sueño satisfecho conduce a la vejez prematura. El trabajo intelectual produce fatigas diversas. Son asignaturas *fatigantes*—dice Sainz de los Terreros—las Matemáticas, la Lógica, los ejercicios de composición gramatical; *semifatigantes*, la Historia, la Fisiología, la Higiene, las Ciencias Naturales, los idiomas, etc., y *descansadas*, la Música, el Dibujo, la Caligrafía, la Rítmica, los trabajos manuales, etc. Por la mañana debieran emprenderse las tareas fatigantes, y las otras tareas por la tarde.

Mientras se está dormido, todas las vías de acceso al mundo exterior, y viceversa, están cerradas. Al sobrevenir el sueño, lo primero que ocurre es que los ojos se cierran, por lo cual el cerebro ya no recibe sus impresiones. Siguen, en el cierre escalonado, los sentidos del gusto y olfato, y a continuación el del oído; finalmente deja de funcionar el sentido del tacto, residente en la piel, y ya todo el cuerpo entra en reposo.

Los ruidos impiden dormir porque el oído no puede dejar de prestarles atención, y al cerebro le es imposible evitar el escucharlos. Por razones parecidas el sueño viene difícilmente si se tienen los pies fríos, por lo cual es necesario mantenerlos calientes mediante una botella llena de agua o un calorífero, o simplemente medias de lana. Cuando nos dormimos, nuestras ideas se hacen difusas, se borran, hácense imprecisas, divagantes de unas cosas a otras, y no podemos prestar atención a nada; el cerebro abandona el timón y se entrega al sueño. En los ensueños vivimos un mundo fan-

tástico, en el cual parece que realizamos actos a veces absurdos sin avergonzarnos de ello, y unas cosas se transforman en otras sin que ello nos cause la menor sorpresa, sino que parece como lo más natural. Es que entonces el cerebro está ausente del gobierno de nosotros mismos.



FIGURA 59

Lanzamiento del disco.



FIGURA 60

El *tennis*, ejercicio moderado.

DIVERSIONES Y ENTRETENIMIENTOS.—Una de las cosas más placenteras y más deseables de la vida es la variedad. Después del duro trabajo de preparación de las lecciones, nada hay tan agradable y al mismo tiempo tan beneficioso como jugar al aire libre (figs. 59, 60, 61 y 62). Nuestra atención es solicitada hacia otras cosas completamente distintas, y en

lugar de recargar el cerebro son las piernas quienes trabajan entonces. El mejor modo de proporcionar recreo al cerebro consiste en orientar sus actividades hacia rumbos diferentes de los de antes. Una señal de que el cerebro está fatigado es que no podemos sostener más la atención sobre lo que estamos haciendo, y no hay tarea o asunto que no parezca difícil.

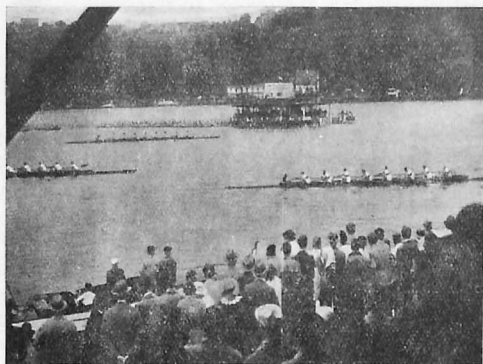


FIGURA 61

Regatas entre equipos de estudiantes: el remo es uno de los mejores ejercicios.

Lo mejor, entonces, es hacer algo bien distinto, algo que pueda interesarnos y a la vez distraernos.

Hágase lo que se haga, trabajar o distraerse, conviene efectuarlo entregándose a ello totalmente. De esta suerte, todo nos parecerá más interesante, y esta capacidad de atender con devoción a lo que estamos haciendo constituye una de las más valiosas virtudes. Seguramente más de una vez nos he-

mos cansado en seguida cuando hemos hecho algo que no consiguió interesarnos. En cambio, es posible tal vez que cuando en cierta ocasión estábamos muy fatigados desapareciera en seguida el cansancio, porque oímos algo muy interesante o comenzamos un juego que nos gustaba.

El objeto de las vacaciones no debe ser otro que cambiar completamente de ambiente y de atmósfera ; pasar una espcn-

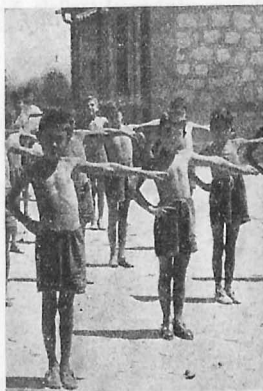


FIGURA 62

Gimnasia rítmica.

ja sobre la pizarra del cerebro, limpiarla del polvo y de los irritantes de la existencia ordinaria.

Quien esté contento gozará de más salud que aquel que sea gruñón y quejumbroso, y además adquirirá simpatías. El camino para conseguir todo eso es prestar a todo cuanto nos rodea la atención debida y poner todo el ánimo y el corazón en nuestras empresas. Hay que recordar que cada vez que

fuimos egoístas y mezquinos o nos hemos encolerizado con alguien nos hemos perjudicado a nosotros mismos, pues los sentimientos perversos nos causan daño, y a menudo llevan a realizar acciones reprobables. Cada vez que tengamos ideas generosas y joviales contribuiremos a que los demás sean más felices, y de paso edificaremos nuestro propio carácter, con el consiguiente beneficio para nuestro propio cuerpo.

### Temas relativos al capítulo XV

1. ¿Qué efecto produce en nuestros músculos y en todo el cuerpo el ejercicio muscular?
2. ¿A qué resultado conduce el entrenamiento?
3. ¿Por qué es perjudicial el sentarse adoptando posturas defectuosas, sobre todo cuando se es niño?
4. Díganse las ventajas que los ejercicios gimnásticos tienen sobre los ejercicios musculares corrientes y destáquense algunas aplicaciones especiales de la gimnasia.
5. ¿Qué les ocurre a los músculos desusados? ¿Cómo podemos prevenirnos contra el peligro de que las espaldas se hagan sobrecargadas?

## CAPITULO XVI

### LOS MICROORGANISMOS

LAS BACTERIAS.—Es algo difícil imaginar que puedan existir seres vivientes tan diminutos que, colocándolos en fila, quepan nada menos que 6.000 en un centímetro ; pues bien : tales seres existen en asombrosa abundancia. Su descubrimiento data de fechas muy posteriores al descubrimiento de las células de que estamos formados, pues para ver los microorganismos se necesitan microscopios cuyas lentes tengan un aumento poderoso, y esto sólo se ha conseguido en tiempos relativamente recientes. Los microorganismos pertenecientes al reino vegetal se denominan *bacterias*; los que son verdaderos animales se llaman *protozoos*, palabra que significa animales primitivos <sup>1</sup>.

Las bacterias adoptan formas diversas, y su tamaño también es variable ; unas parecen comas o acentos, otras semejan pequeños bastoncitos, otras recuerdan espirales o tirabuzones, e incluso las hay que tienen pequeñas ramificaciones a modo de pestañas.

Las bacterias pueden multiplicarse con una rapidez asombrosa ; una vez que la bacteria alcanza el tamaño adulto o propio, se divide en dos sucesivamente en el transcurso de

---

<sup>1</sup> Véanse las *Lecturas sobre la Naturaleza*,

unos veinte minutos. El cálculo demuestra que, aun no dividiéndose en dos sino cada hora, el primer individuo puede tener una descendencia de 17 millones de bacterias en sólo veinticuatro horas. De ahí que si las bacterias se encuentran en condiciones favorables para su vida y desarrollo sean capaces de producir efectos de una importancia realmente extraordinaria.

Algunas bacterias poseen pequeñas pestañas que constituyen propulsores en los líquidos en que viven.

En todas partes hay bacterias: en el aire, en el agua y en el suelo; pero donde más abundan es en las sustancias procedentes de los seres muertos, animales y plantas, y en las sustancias expelidas por animales. Quiere esto decir que los seres vivos de gran complicación proporcionan a las bacterias las sustancias necesarias para su nutrición, sustancias que las bacterias descomponen en otras cada vez más sencillas; resulta de aquí que las bacterias movilizan las sustancias orgánicas, y destruyen sus complicados edificios químicos, y de esta destrucción resultan compuestos que por su progresiva sencillez, se van confundiendo poco a poco con la materia inorgánica o mineral. Las bacterias de la putrefacción constituyen, por consiguiente, un verdadero ejército de barrenderos que limpian la tierra de detritus de los seres vivos, y de restos de los animales y plantas muertos.

De manera parecida a lo que hacen los líquidos digestivos, las bacterias convierten los sólidos en líquidos y liberan o dan suelta a la energía que los animales y las plantas habían acumulado laboriosamente durante su vida; pero nada es desperdiciado, por cuanto las sustancias sencillas elaboradas por las bacterias son nuevamente incorporadas a la tierra y sirven para alimentar nuevamente a las nuevas generaciones de plantas.

El hecho de que la carne, la leche y otros alimentos abandonados durante un tiempo excesivo se descompongan se



debe a que sobre ellos se fijan los gérmenes de la putrefacción, reproduciéndose activamente, y fabrican gases malolientes.

Una ebullición sostenida durante cinco minutos mata casi todas las bacterias (fig. 63). No todas resisten por igual al

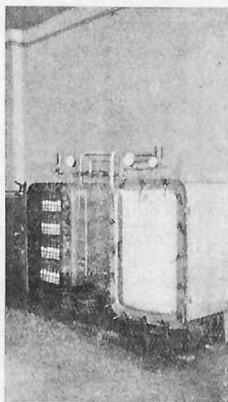


FIGURA 63

Autoclaves, en cuyo recinto el vapor de agua, a presión y temperatura superior a 100°, destruye las bacterias y sus esporas.  
(Véase pág. 191.)

calor: los fríos muy intensos las paralizan. Existe una temperatura óptima, es decir, la más apropiada para que las bacterias vivan con el mayor esplendor o en condiciones las más favorables para ellas mismas, temperatura que para casi todos es precisamente un poco más elevada que la de nuestro

cuerpo. Por esto se comprende ahora por qué los alimentos se echan a perder mucho más de prisa en verano que en invierno, así como la conveniencia de tenerlos en sitio fresco o en una nevera. De ahí la importancia que tienen las cámaras frigoríficas, que permiten conservar los alimentos durante tiempo, si bien no debe abusarse de esta práctica; así ocurre que las carnes de reses sacrificadas en América son consumidas sin cuidado en Europa por haber sido traídas en vapores provistos de cámaras de congelación.

Las bacterias rehuyen la luz directa, tanto la solar como la artificial blanca o violeta, pues las mata si están expuestas a ésta durante algún tiempo; esto justifica el interés que debemos poner en hacer una vida lo más soleada posible.

La falta de sol durante suficiente número de horas, y de frutas en abundancia (vitaminas, pertrechos defensivos), influye tanto como el frío mismo en las enfermedades propias del invierno.

Si a las bacterias faltan las sustancias que para su alimento necesitan, o la temperatura es inferior a la conveniente para ellas, enciérranse en una membrana resistente y se disponen a vivir una vida restringida o latente, durmiente; forman lo que se llaman *esporas*, las cuales es más difícil de destruir, a causa de aquella membrana protectora; incluso pueden revivir a pesar de las heladas, y el calor tampoco mata las esporas tan fácilmente como a las bacterias propiamente dichas. Cuando se vuelven a presentar las condiciones de vida favorables, reanudan sus actividades, crecen y se multiplican otra vez.

Todas las bacterias necesitan de humedad para crecer y vivir y propagarse; la sequedad las paraliza y destruye, pero si no es prolongada, pueden revivir.

BACTERIAS ALIADAS Y BACTERIAS ENEMIGAS.—No todas las bacterias son destructoras; hay bacterias en el suelo que no

se dedican a otra cosa que a apoderarse del nitrógeno de dondequiera que sea y cedérselo a las plantas. Las habas, los guisantes, las judías son plantas en cuyas raíces aparecen unos nudos de color rosa pálido, los cuales no son otra cosa que agrupaciones o colonias de aquellas bacterias que viven en sociedad con las células de la planta y, apoderándose del nitrógeno de la atmósfera, lo unen con otros cuerpos y crean así sustancias aptas para ser absorbidas por las raíces, que así absorben un cuerpo de tanta importancia como es el nitrógeno.

Hay bacterias a las cuales les es imposible vivir si carecen de aire, y, por consiguiente, no puede faltarles nunca el oxígeno; en cambio, otras bacterias tienen que evitar todo contacto con éste. Ordinariamente, conviven las dos clases de bacterias adaptadas a vivir de maneras tan distintas; por ejemplo, cuando el caldo o la sopa se descompone, las bacterias que les gusta vivir en contacto con el aire aparecen en las capas superficiales del líquido, en tanto las bacterias para las cuales el aire directo es perjudicial viven y se desarrollan en el fondo de aquél. Para hacer que las materias residuales de las ciudades (de las cloacas, etc.) no constituyan focos de infección, se fomentan aquellas bacterias acostumbradas a vivir aisladas del oxígeno, para lo cual las aguas contaminadas de detritus se reúnen en grandes depósitos a fin de que dichas bacterias puedan desarrollarse fuera del contacto con el aire. Por tratarse de microorganismos de una gran capacidad destructora, muy pronto las materias sólidas son transformadas en líquidas. Seguidamente, la acción destructiva es continuada por otra clase de bacterias, cuyo desarrollo se favorece conduciendo las aguas a unos filtros hechos con capas de pedruscos, cenizas y arena, de manera que haya mucho aire interpuesto. De esta manera las sustancias orgánicas complejas contenidas en aquellas aguas residuales son fragmentadas y transformadas en compuestos más sencillos,

resultando al final que hay poco diferencia aparente entre esas agua residuales y el agua corriente.

Hasta aquí hemos considerado a los microorganismos como enemigos nuestros ; pero vamos a ver si, enemigos y todo, podemos utilizar sus propias energías, debidamente conducidas.

Es evidente que las bacterias causantes de enfermedades constituyen enemigos nuestros que constantemente nos amenazan ; además hay factores que afectan a su vida : nuestro mismo cansancio, el frío, la desnutrición o depauperación orgánica constituyen otras tantas brechas que facilitan el ataque por aquellos enemigos. Toda persona que goce de perfecta salud puede resistir mucho mejor el ataque que aquel que vive en desacuerdo con todos estos principios de higiene que venimos exponiendo.

Si se tiene en cuenta que las enfermedades infecciosas se propagan con facilidad inaudita, y que no pocas veces podemos llevar microorganismos antes o después del padecimiento, es preciso restringir y aun evitar el beso a los niños y entre éstos, y que los pañuelos, los manjares no acabados de comer, etc., sean utilizados por el hermanito, por otro niño o por otra persona.

Algunas bacterias que viven dentro de nuestro cuerpo no producen enfermedades ; en el intestino pululan colonias bacterianas, la mayoría de las cuales pertenecen al gran grupo de los microorganismos favorecedores de la putrefacción. Por residir en el tubo intestinal, son inofensivas, pero tan pronto como penetran anormalmente en la sangre o en una herida, producen síntomas de enfermedad. Mientras permanecen en el intestino es lo mismo que si estuviesen fuera del cuerpo, ya que no pueden atravesar la barrera formada por las membranas celulares intestinales.

LAS BACTERIAS Y LAS ENFERMEDADES.—La fiebre tifoidea,

el cólera, la difteria, la neumonía son algunas de las enfermedades de origen bacteriano más frecuentes. El microorganismo productor de cada enfermedad vive en los tejidos o en los humores del cuerpo, y lo envenenan. Las bacterias causantes de las infecciones son transportadas por los pacientes a otras personas.

Los gérmenes tíficos abundan en el intestino, se hallan en las heces y constantemente son expulsados por el enfermo. Se puede contraer la fiebre tifoidea sin haber tenido contacto alguno con enfermo que la padezca, sino simplemente como consecuencia de haber bebido agua que estaba contaminada. Un bacilo contumaz y peligroso es el de la gripe, contra cuyos ataques hay que prevenirse rehuendo toda ocasión de enfriamiento, particularmente en aquellos días lluviosos en que se llega a la escuela o colegio con el calzado y ropas húmedos y no se secan rápidamente cerca de una estufa, porque la evaporación se hace a expensas de las calorías del propio organismo.

Hemos dicho que las bacterias pueden permanecer en una especie de estado latente o durmiente si las condiciones para su vida y multiplicación son desfavorables, y que pueden resistir así durante largo tiempo, y luego, al reaparecer las circunstancias propicias, continuar viviendo. Si la vigilancia sanitaria es deficiente, las heces del enfermo tífico contaminarán el suelo y las bacterias que producen la fiebre tifoidea serán arrastradas hacia un manantial o un río cuyas aguas pueden ser utilizadas para la bebida. Así es como surgen no pocas epidemias de tífus, si bien justo y consolador es reconocer que, gracias a las modernas medidas profilácticas, casi ha desaparecido de muchas ciudades esta enfermedad infecciosa, que antes causaba innumerables víctimas. Las moscas, los mosquitos y las pulgas son vehículos o transmisores terribles de los microorganismos productores de enfermeda-

des, y además de huevecillos de gusanos, etc., que podrán vivir luego en nuestro cuerpo (figs. 64 y 65).

De las consecuencias antihigiénicas del barrido de las habitaciones da idea este hecho: en una alcoba, antes de barrer, se encontraron 2.200 bacterias por metro cúbico de aire. Diez minutos después la escoba levantó tal cantidad de polvo, que había 145.000 bacterias en igual cantidad de aire.

Con un aspirador eléctrico no quedaron, otro día, a los diez minutos más que 210 bacterias, y sólo 90 a los veinte minutos (fig. 66).

No se debe convivir con perros ni acariciarlos, por hermosos y fieles que sean. La rabia acecha y se cuentan por docenas las personas que mueren cada año víctimas de esa enfermedad, la más horrible que se conoce.



FIGURA 64  
Cómo se ve una pulga al  
microscopio.

LA LUCHA CONTRA LAS INFECCIONES.—Las bacterias patógenas originan enfermedades porque elaboran unas sustancias venenosas denominadas *toxinas*. Ahora bien: al ser invadida nuestra sangre por determinada bacterias, los glóbulos blancos fabrican sustancias que tienden a destruir esas toxinas. Pero no siempre esas *antitoxinas* son producidas en cantidad tal que nuestro cuerpo por sí solo, se baste para contrarrestar los efectos de la infección. Enton-

ces se recurre a ciertos animales, a los que si se les inyecta una toxina determinada la sangre del animal experimenta una excitación particular que la estimula a fabricar otras sustancias capaces de destruir a las toxinas o de combinarse con éstas y dar lugar a cuerpos que ya no tienen acción tóxica o venenosa; tales sustancias se llaman *antitoxinas*. Si al animal en cuestión se le van inyectando sucesivamente cantidades mayores

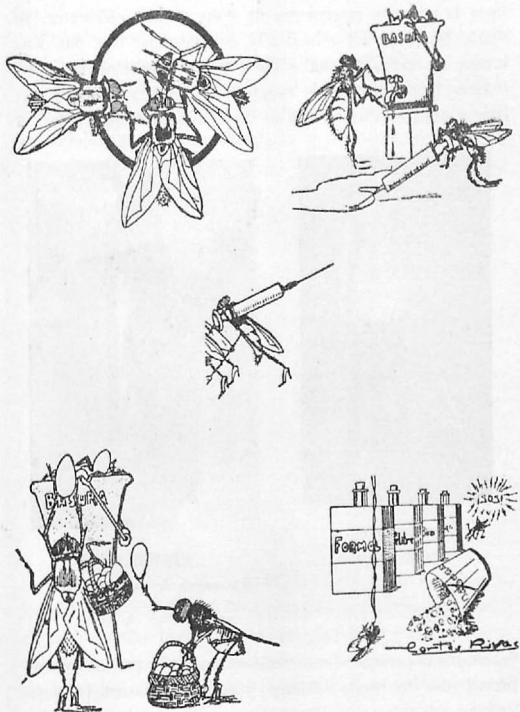


FIGURA 65

Gráfico que simboliza los peligros de las moscas, eficaces inoculadoras de muchas enfermedades.

de toxina, las podrá resistir sin peligro, cosa que hubiera sido imposible de hacerlo al primer golpe. Una vez terminada la serie de inyecciones de dosis tóxicas crecientes, se extrae la sangre del animal y se deja coagular (fig. 59). Entonces el *suero*, plasma o parte líquida contiene las anti-toxinas fabricadas por la sangre, las cuales ya pueden utilizarse para el tratamiento de la enfermedad que aqueja a



FIGURA 66  
Aspirador eléctrico.



FIGURA 67  
La sangría de un caballo, al que se inocularon bacterias para obtener un suero.

determinada persona. La *difteria* es producida por las toxinas procedentes del bacilo diftérico, y es combatida con las anti-toxinas obtenidas por el procedimiento que acabamos de indicar. Las personas sanas pueden adquirir resistencia contra ciertas enfermedades si se les inyecta bacterias muertas de las que producen tales infecciones, y de este modo pueden vivir impunemente, porque no son atacadas por aquellos mi-



croorganismos aun en el caso de que el cuerpo sea invadido por ellos. De esta manera podemos protegernos contra el tífus, el cólera, la peste, etc.

He aquí por qué es útil conocer nuestros enemigos y su táctica de combate para prevenirnos contra ellos.

El médico inglés *Jenner* (y poco antes lady Montaigne, embajadora en Constantinopla, figs. 68 y 69) observó a fines del siglo XVIII que los ordeñadores de las vacas no padecían



FIGURA 68  
Lady Montaigne.



FIGURA 69  
Jenner.

la viruela, terrible enfermedad que diezaba a los pueblos. Vinose en conocimiento de que aquéllos eran contaminados en las pequeñas heridas de las manos por el pus que segregaban unas pequeñas pústulas de las ubres de las vacas, en las que estaba el para ellas benigno microorganismo de la viruela. Aquel grande y modesto médico comenzó a hacer pequeñas escarificaciones en la piel de las personas con una lanceta impregnada de aquel pus, rico en gérmenes de viruela. Este fué el origen de la *vacunación* (de vaca), por la cual se produce en el organismo una enfermedad pasajera y leve, pero

que lo hace resistente para el caso de presentarse una infección grande y de verdad, porque nuestro organismo ha fabricado ya buen golpe de *antitoxinas*, que derrotarán a las toxinas invasoras.

*Pasteur* (fig. 70) descubrió el suero contra la rabia, la cual es inyectada primero en conejillos de Indias; de la medula desecada de éstos se hace un suero de virulencia cada vez mayor, y que inyectado al cuerpo le va dando ocasión de en-



FIGURA 70

Pasteur, descubridor de los fermentos y del suero antirrábico.

generar antitoxinas que pararán el ataque del terrible virus.

Una de las vacunaciones más impresionantes es la que consiste en inyectar en el recién nacido bacilos tuberculosos poco virulentos, a fin de que el plasma sanguíneo fabrique los anticuerpos necesarios para hacer frente a toda invasión futura. Esta vacuna, que tiene precedentes en el doctor español *Ferrán*, fué obtenida por el Dr. *Calmette* y sus colaboradores y es aplicada hoy día con éxito magnífico (fig. 71).

Los microorganismos productores de la materia o pus se

hallan constantemente en el polvo, y, por tanto, la piel está prácticamente en contacto con ellos. Esto se ha demostrado frotando la superficie de la piel y colocando las partículas arrancadas (escamas o células muertas, etc.) sobre sustancias nutritivas apropiadas, o sea sembrando aquellos gérmenes, los cuales se desarrollan entonces con extraordinaria rapidez. Los cirujanos adoptan muchas precauciones para evitar que los cortes y operaciones quirúrgicas se infecten o infeccionen y se



FIGURA 71

Administrando el B. C. G. a un recién nacido.

forme pus, porque, de lo contrario, no se obtendría la curación deseada, pues el pus destruye los tejidos e impide la cicatrización; y además la sangre del paciente quedaría contaminada al difundirse los gérmenes malignos en ella, originando una intoxicación general en todo el cuerpo, que podría tener consecuencias irremediables.

La vacunación o la inyección de un suero (*sueroterapia*) es como un ensayo o unas maniobras militares conducentes a un entrenamiento en el arte de la guerra y en la fabricación

de armas y municiones, de las cuales poder echar mano en un momento, cuando bruscamente nos invadan grandes ejércitos enemigos, y así poder llamar a todas las reservas para resistirlos, primero, y para volverse contra ellos y derrotarlos después (fig. 65).

Por último, vamos a ver si existen medios para matar a los gérmenes infecciosos. Y así como lo contrario de construir es destruir, con la palabra *desinfección* se designan las ope-



FIGURA 72

Una gota de sangre extraída del pulpejo de un dedo puede descubrir un padecimiento oculto.

raciones conducentes a la destrucción. Por de pronto, recordaremos que una ebullición sostenida durante cinco minutos mata la mayoría de las bacterias. De este modo tan sencillo pueden ser desinfectados los trajes, las ropas, etc. Esto explica el porqué las vendas de hilo, previamente sumergidas en agua hirviendo durante este tiempo, es lo más indicado para cubrir las heridas; por lo mismo se comprende que el agua hervida puede beberse sin riesgo o ser utilizada para el lavado de las heridas. Como las manos no pueden meterse

en agua hirviendo, lo que se hace es frotarlas con jabón y agua caliente, y así quedan limpias de escamas y suciedades : seguidamente deben ser enjuagadas durante pocos minutos en una solución antiséptica.

El *autoclave* (fig. 63) es el aparato desinfectante por excelencia, y está fundado en el mismo principio que la marmita de Papin y la olla-exprés : conseguir el aumento del punto de ebullición ( $100^{\circ}$ ) del agua por efecto de la presión del vapor cuando a éste se le impide escapar. Así se alcanzan temperaturas de  $120^{\circ}$  a  $140^{\circ}$ , las cuales, con el vapor que lleva el autoclave, destruyen todos los gérmenes.

*Antisépticos* son todas aquellas sustancias químicas capaces de matar las bacterias y sus esporas : los antisépticos más importantes y usuales son : el ácido fénico, el bicloruro de mercurio, el formol y el ácido bórico. Las heridas deben ser lavadas siempre con una solución antiséptica : por ejemplo, una parte de ácido fénico en ochenta partes de agua constituye un desinfectante excelente ; o una solución de ácido bórico obtenida disolviendo la mayor cantidad posible de éste en agua caliente y dejando luego que se enfríe.

El *paludismo* es una infección producida por un microorganismo perteneciente al reino animal : un *protozoo*. Este animal *unicelular* vive en los hematíes del hombre, cuya hemoglobina destruye ; las toxinas que vierte en la sangre originan una acceso febril, que se repite cada cierto número de horas o de días, y de ahí el antiguo nombre de fiebres tercianas, etc., con que el paludismo se conocía. La palabra paludismo viene de «palus», que significa laguna, charca, porque en las aguas estancadas es donde viven las larvas de ciertos mosquitos distintos de los mosquitos ordinarios, en los cuales termina de vivir el protozoo si el mosquito pica al hombre atacado y chupa la sangre de éste. Entonces los microorganismos pasan al estómago del mosquito, y los embriones atraviesan las paredes del intestino y van a situarse en la trompa

del mosquito, donde se rodean de una cubierta resistente. Si el mosquito pica a un individuo sano (si está enfermo, no hay caso), inyecta en su sangre los gérmenes del protozoo, los cuales en seguida acuden en busca de los glóbulos rojos, cuya membrana perforan, y allí otra vez se alimentan de la hemoglobina, destruyendo los hematíes.

Los atacados de paludismo van perdiendo glóbulos rojos y se tornan anémicos, de mal color.

La enfermedad se combate mediante tomas de sales de quinina en obleas o sellos (pues son muy amargas). Y la vida de los mosquitos se hace imposible si las autoridades competentes proceden a hacer desaparecer toda suerte de encharcamiento. El agua corriente no produce mosquitos del paludismo, aunque sí de los ordinarios inofensivos. Los campos de arroz no dan apenas paludismo; en Valencia no existe, y, en cambio, en Cáceres lo hay en grado elevado, a pesar de no existir riegos, pero sí aguas estancadas.

Los italianos han logrado no sólo hacer desaparecer la malaria (mal aire) o paludismo de las lagunas púnticas inmediatas a Roma, sino que han transformado toda una región encharcada, fea e inhóspita en territorio fertilísimo y densamente poblado de familias campesinas que viven desahogadamente.

No hay paludismo en las regiones de clima frío, aunque existan charcas y aguas estancadas, porque ni el mosquito palúdico ni sus larvas resisten bajas temperaturas. La mitad norte de España carece de atacados de paludismo.

### Ejercicios prácticos

1. Se tomarán 50 gramos de carne y se dividirá en trocitos muy pequeños; se harán dos porciones, que se echarán en dos recipientes, A y B, de boca ancha. En cada botella se verterá una cucharadita de agua y un poco de bicarbonato sódico. Seguidamente se echarán en el frasco B unas gotas de formol. Se sacudirán bien las dos bote-

llas y serán colocadas juntas en lugar en que haya buena temperatura.

Al cabo de dos o tres días deberán ser examinados los contenidos respectivos. De A saldrá un olor malo, producido por los gases engendrados por los gérmenes de la putrefacción; el color será grisáceo oscuro. En cambio, B no echará mal olor ni habrá cambiado de color apenas, debido a que el formol, que es un antiséptico poderoso, ha impedido el desarrollo de gérmenes.

### Temas relativos al capítulo XVI

1. ¿Qué clases de bacterias recuerda? ¿Qué se sabe acerca de la putrefacción y de cómo puede evitarse?
2. ¿De qué maneras pueden las bacterias ser destruídas?
3. ¿Cómo limpiaremos de bacterias nuestras manos, y cómo se esterilizarán las vendas y compresas que haya que colocar alrededor de una herida y sobre ella?



MIGUEL SERVET

Filósofo y teólogo español, el primero que intuyó la circulación sanguínea en el hombre.  
(1509 a 1553)

# VOCABULARIO

	<i>Págs.</i>		<i>Págs.</i>
<b>A</b>		<b>B</b>	
Abdomen .....	12 y 101	Bacteria. (Véase «Microor- ganismos».)	
Absorción .....	14 y 57	Baño .....	79, 146 y 164
Acción refleja .....	124	Bazo .....	12
Acomodación .....	137	Bíceps .....	110, 111 y 112
Adenoideas .....	97	Bilis .....	57 y 59
Aire: 10, 11, 14, 38, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 95, 126, 129, 132, 154, 157, 159, 164, 167 y .....	181	Boca .....	14, 52 y 98
— bacterias en el: 94, 95 y .....	178	— digestión en la .....	56
— puro e impuro; compo- sición del .....	94	Bronquios .....	87
— ventilación del .....	95	<b>C</b>	
Alimentos: 11, 14, 15, 42, 43, 54 y .....	68	Cadera .....	33
— cocción de los .....	63	Calor del cuerpo .....	152
— conservación de los ...	180	— pérdida del .....	154 y 155
— cantidad de .....	48	— regulación del calor del cuerpo .....	155
Amiba .....	17, 18, 22 y 81	— dónde se produce .....	153
Anatomía .....	10	— conducción del calor... ..	154
Almidón .....	37, 38, 39 y 59	Calorías .....	45
— efecto de su cocción... ..	65	Callus o callo de sutura... ..	26
Alvéolos pulmonares: 14 y .....	87	Capilares: 12, 55, 77, 78, 79, 81, 87, 102, 103, 105, 111, 155, 159, 163 y .....	164
Año .....	14, 53, 59 y 106	Carbono .....	11, 37 y 101
Aorta .....	79	Caries .....	149
Aparato circulatorio .....	12	Carne: 37, 40, 43, 63, 64, 66 y .....	108
Apetito .....	67	Cartilago .....	32 y 33
Apoplejía .....	125	Celdillas pulmonares .....	87
Antiséptico .....	191	Célula .....	18
Antitoxina .....	188	— sanguínea .....	23
Arteria: 12, 23, 77, 78, 79, 80 y .....	115	— ósea .....	25
Articulaciones .....	32 y 33	— reproductora .....	19
Atomos .....	37	— glandular .....	25
Aurícula .....	74 y 80	— muscular .....	22
Arroz .....	42 y 43	— nerviosa .....	19 y 20
Azufre .....	37 y 100	Celulosa .....	66 y 105
Azúcar: 37, 39, 56, 58, 59, 67 y .....	114	Cerebelo .....	120



	Págs.
Circulación de la sangre:	
12, 13, 72 y .....	147
— en las arterias y venas .....	77 y 78
— en la red de capilares.	72
— en el corazón: 72, 74, 75 y .....	76
— camino que recorren las células sanguíneas .....	79
— regulación del volumen sanguíneo .....	78
Cerebro: 11, 15, 20, 21, 27, 112, 119, 120, 123, 125, 131, 138, 172, 173 y .....	174
Cocción .....	62
— acción de la levadura.	67
— ventajas de la ... 63 y .....	64
— como estimulante del apetito .....	67
— cambios producidos en los alimentos por la: 64, 65 y .....	66
Combustión: 11, 14, 85 y 126	
Corazón: 12, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 81 y .....	164
— contracción del .....	76
— fibras musculares del: 22 y .....	116
Corsé .....	159
Costillas .....	28 y 29
Cráneo .....	26, 29 y 33
Cuerdas vocales .....	91 y 94
Cuerpos extraños:	
En el oído .....	132
En los ojos .....	142

## D

Dentina .....	150
Descanso .....	170
Desinfección .....	190
Diafragma ..... 11, 55, 89 y 90	
Diarrea .....	116
Dientes .....	28 y 52
— su cuidado .....	150
— caries .....	149
— su estructura .....	149
— de leche y permanentes.	149
Difteria .....	186
Digestión .....	52 y 68
— en la boca .....	56
— en el estómago .....	56
— en el intestino delgado.	57

	Págs.
Distracciones .....	173

## E

Ejercicio .....	68 y 162
— diferentes clases de.....	165
— fatiga .....	164 y 165
— gimnasia .....	168
— entrenamiento .....	163
Enemigos .....	9, 182 y 184
Energía:	
— química... 11, 85, 113 y 114	
— manantiales de .....	40
— calorífica .....	11
— mecánica .....	11 y 113
— muscular .....	112 y 113
Enzima .....	60
Esmalte .....	149
Espinazo, espina dorsal: 28, 29 y .....	30
Esternón .....	28
Estómago: 14, 22, 52, 53, 54, 69, 79 y .....	115
Estímulo .....	122
Estreñimiento .....	106 y 116
Excreción .....	100
— intestinal .....	105
— renal ..... 101, 102 y 103	
— pulmonar .....	104
— cutánea .....	105
— sustancias de desecho: 100 y .....	101

## F

Fatiga .....	164 y 165
Fermentos..... 56, 57, 59 y 60	
Fibrina .....	82
Fiebre .....	153 y 156
Foco .....	135 y 136

## G

Garbanzos .....	43
Gelatina .....	65
Gérmenes. (Véase «Microorganismos».)	
Gimnasia .....	168
Glándulas .....	14, 25 y 54
— salivares .....	56
— sebáceas... 145, 146 y 147	
— sudoríparas: 105, 145, 154, 155, 157 y .....	164

	Págs.
Glicocola .....	36
Glicógeno .....	59
Globo del ojo .....	132
Grasas .....	37, 39, 43, 47 y 48
Guisantes .....	43

## H

Heces .....	14
Hemoglobina .....	86
Hidratos de carbono: 37, 38, 39 y .....	40
Hidrógeno .....	36, 37 y 38
Hidropesía, edema .....	103
Hígado: 12, 14, 55, 58, 59, 79 y .....	89
— red de capilares del: 55 y .....	58
— glicógeno en el .....	59
Higiene .....	10 y 145
Huesos .....	11, 108, 110 y 111
— de diferentes partes del cuerpo: 26, 27, 28, 29, 30, 31 y .....	33
— estructura de los: 26 y	27
Huevos .....	39 y 42

## I

Indigestión .....	68
Intestino .....	52, 53, 56 y 57
— intestino grueso: 53 y	59
— órgano de excreción... 105	105
— intestino delgado, di- gestión en el .....	57
— velosidades .....	58
Iris .....	134

## J

Jugo pancreático .....	57
------------------------	----

## L

Lana .....	156, 157 y 158
Laringe .....	90 y 91
Leche: 39, 40, 41, 42, 43 y	63
Lente: 134, 135, 136, 137, 140 y .....	141
Levadura .....	67
Lino o hilo .....	156, 157 y 158

## M

Manteca .....	37 y 43
---------------	---------

## Págs.

Margarina .....	43
Medula espinal: 20, 120, 122, 123, 124 y .....	125
Microorganismos: — causantes de la putre- facción .....	178 y 182
— en el aire .....	94 y 95
— en las enfermedades: 182, 183 y .....	184
— en el polvo .....	98 y 184
— sus formas .....	177
— aliados y enemigos..... 180	180
— crecimiento; modos de vivir .....	179 y 180
— en el intestino... 105 y	183
— en la carne .....	63
— protección e infección. 184	184
— de las aguas residuales. 181	181
— en los dientes .....	150
Moléculas .....	36 y 50
Mucosas: 24, 54, 57, 98 y	132
Mucus .....	54
Musculares, células... 22 y	23
Músculos: 11, 37, 52, 59, 102, 108, 124, 133, 153, 162, 163 y .....	164
— del corazón... 22, 76 y	116
— cómo son controlados: 111 y .....	112
— cómo producen el mo- vimiento .....	110 y 112
— como fuente de calor... 114	114
— tono muscular .....	113
— como manantial de energía .....	113 y 114
— de fibra lisa..... 115 y	116
— estructura de la fibra muscular .....	108 y 110
— del ojo .....	134

## N

Nariz .....	27, 98, 118 y 131
Nervios: 15, 19, 20, 119, 120, 122, 123 y .....	124
— simpático .....	121
Nitrógeno: 37, 38, 65, 86, 100 y .....	181
Nitro-glicerina .....	36
Núcleo .....	18

## O

Oído: 27, 118, 128, 130 y	131
---------------------------	-----

	Págs.
— cuerpos extraños .....	132
— estructura del oído:	
130, 131 y .....	132
— dolor en el oído .....	132
Ojo .....	27, 118 y 132
— acomodación .....	137
— visión binocular .....	138
— defectos de la visión, cuidado de los ojos: 139, 140, 141 y .....	142
Organismo .....	19
Oxígeno: 11, 14, 23, 36, 37, 38, 80, 85, 86, 92, 94, 100	181

### P

Páncreas .....	12 y 14
Parásitos .....	148
Patata .....	42, 43, 65 y 66
Pelo .....	148
Pelvis .....	32
Pepsina .....	56
Piel .....	15, 24, 28, 118 y 155
Productos de desgaste: 15, 24, 59, 100, 101, 103 y	105
Proteína: 37, 38, 39, 40, 41, 42, 56, 57, 60, 65, 100, 101 y .....	103
Protoplasma .....	18
Pulmones: 12, 13, 14, 86, 87, 88, 89, 90 y .....	97
Pulso .....	77 y 83
Pupila .....	134

### R

Recreos .....	170, 173 y 174
Reflejos... 121, 122, 123 y	125
Respiración .....	4, 28 y 84
— por la nariz .....	98
— combustión de los ali- mentos .....	85
— profunda .....	96 y 97
— aire puro y aire impu- ro .....	93 y 94
— cambios que el aire ex- perimenta en los pulmo- nes .....	93 y 94
— cómo los glóbulos rojos se apoderan del oxígeno.	86
— transportistas del oxí- geno .....	86

	Págs.
— tráquea y laringe: 90, 91, 92 y .....	94
— ventilación... 88, 94 y	95
Retina: 134, 135, 136, 137, 139, 140 y .....	141

### S

Sacro .....	28 y 30
Saliva .....	56, 68 y 69
Secreciones .....	24, 144 y 146
Seda .....	156
Sentidos .....	118
Sopa .....	65 y 181
Sordera .....	132
Sueño .....	170, 171 y 172
Suero .....	82

### T

Temperatura .....	153
Tendón .....	11, 108 y 110
Tórax .....	11
Toxina .....	184
Tifus, bacilo del .....	182 y 183
Trabajo .....	10 y 114
— muscular .....	11 y 114
Tráquea .....	90
Tripsina .....	57
Tuberculosis, bacilo .....	95

### U

Urea .....	103
------------	-----

### V

Válvulas:	
— del corazón .....	74
— de las venas .....	78
Vegetales .....	42 y 43
— cocción de los .....	66
Vena cava .....	79
Venas .....	12, 58, 78 y 79
Ventilación .....	95 y 96
Ventrículo..... 74, 76, 77 y	79
Vellosidades .....	58
Vértebra .....	28, 29, 30 y 31
Visión .....	128
— binocular .....	138
Vitaminas .....	40 y 41
Vocales, cuerdas .....	91 y 94

# INDICE

	<i>Págs.</i>
Dedicatoria .....	5
Prólogo .....	7
Capítulo primero.—Las partes de nuestro cuerpo y su funcionamiento .....	9
Capítulo II.—Las células que, reunidas en sociedades, constituyen el cuerpo .....	17
Capítulo III.—El almacén del cuerpo, o esqueleto .....	26
CAPITULO IV.—Los alimentos .....	36
Capítulo V.—La digestión .....	51
Capítulo VI.—Preparación de los alimentos .....	63
Capítulo VII.—La circulación de la sangre .....	72
Capítulo VIII.—La respiración .....	85
Capítulo IX.—Las excreciones .....	101
Capítulo X.—El sistema muscular .....	108
Capítulo XI.—El sistema nervioso .....	118
Capítulo XII.—La audición.—La visión .....	129
Capítulo XIII.—Higiene de la piel, cabeza y dientes.	145
Capítulo XIV.—El calor corporal y el vestido .....	153
Capítulo XV.—El ejercicio y el reposo .....	162
Capítulo XVI.—Los microorganismos .....	177
Vocabulario .....	194

## **Donativo de la Sra. Vda. e hijos del DR. JUAN CARANDELL PERICAY**

A los 24 años, Carandell fué nombrado catedrático del Instituto de Cabra. Diez años después (1927) fué trasladado a nuestra ciudad, de cuyo Instituto fué catedrático hasta su muerte (1937). Enseñó en esta Facultad de Veterinaria, dejando el ejemplo de una vida consagrada a la investigación y a la enseñanza. Publicó más de cincuenta trabajos doctrinales y de investigación, varios libros e innumerables artículos periodísticos y traducciones. Estudió a fondo y conoció como pocos la geología y geografía de Andalucía.

Su viuda e hijos han querido que sus libros y manuscritos científicos no se vean dispersos en el futuro y que se conserven en Córdoba al servicio de la Ciencia.



Universidad de Córdoba



•900009099•