

OBRAS DEL Dⁿ J. DÍAZ DE LEÓN

- Ensayos etimológicos.** 2ª edición. Obra que sirvió de texto en el curso de raíces griegas en el Instituto de Ciencias de Aguascalientes desde 1888 hasta 1892. Contiene más de 4000 voces. (Agotada.)
- Curso de raíces griegas.** 6ª edición, corregida y reformada. Obra de texto en varios colegios de la República y de las Américas latinas.
- El Cantar de los Cantares.** Versión lexicográfica del hebreo al español. 2ª edición lujosamente impresa con caracteres propios para el hebreo, griego y alemán. En esta obra se tiene además una colección heptáglota del cantar : hebreo, griego, latín, alemán, francés, inglés y español.
- La prisión de Hidalgo.** Opúsculo de crítica histórica. (Agotado.)
- La Exposición de Bellas Artes en Aguascalientes.** Correspondiente al XXIX certamen celebrado por el Estado. Un folleto de 90 páginas con 14 fototipias. (Agotado.)
- Nociones de Anatomía artística.** 2ª edición corregida y aumentada. Un tomo de 224 páginas y 20 ilustraciones.
- Apuntes para una tesis sobre la inmortalidad del Alma.** Un folleto de 240 páginas.
- Las Onomatopeyas en el idioma español.** Estudio filológico. Un folleto en 8º. 2ª edición.
- La Enseñanza moral en las escuelas de párvulos.** Un cuaderno de 56 páginas. (Agotado.)
- Apuntes para el estudio de la Higiene de Aguascalientes,** con la colaboración del Dr. Manuel G. Portugal. Premiado en la Exposición internacional de París con medalla de bronce. Grupo VI, clase 54.
- Nociones de Agricultura,** para servir de texto en las escuelas, especialmente en las rurales. Un volumen 12º de 180 páginas y 70 grabados.
- Elementos de Etnografía general.** Un tomo en 8º de 262 páginas.
- El Sulfito Sulfurado de Sosa.** Trabajo leído en el 2º Congreso Médico Mexicano. Folleto 4º de 18 páginas.
- Disertación** sobre la importancia del estudio de la Agricultura en los establecimientos de Instrucción pública.
- Bosquejo sobre la Filosofía Esotérica de las religiones en la antigüedad.** La Civilización Aria. Rama.
- Carpología higiénica.** Los frutos usados como alimento.

LECCIONES DE COSAS

AÑO PREPARATORIO

DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FÍSICAS Y NATURALES

*al alcance de los niños
escrito para las escuelas primarias*

POR EL DOCTOR

JESÚS DÍAZ DE LEÓN

AUTOR DE LAS *Nociones de Agricultura, la Enseñanza Moral en las escuelas primarias, etc.*

COMPRENDE

LA GUÍA DEL MAESTRO Y EL TEXTO

para el niño



LIBRERÍA DE LA V^{DA} DE CH. BOURET

PARÍS

23, rue Visconti, 23

MÉXICO

14, Cinco de Mayo, 14

1897

CE
L 01585
M 6.2
D 5.4

20-112-2-115-06

Quedan asegurados los derechos de propiedad conforme á la ley.

LECCIONES DE COSAS

Segundo año.

122036

Esta obra es propiedad del Autor. — Esta edición es propiedad del Editor.

Propiedades generales de los cuerpos. Divisibilidad. — Porosidad. — Compresibilidad. — Ductilidad. — Elasticidad. — Duro, blando, frágil, tenaz, flexible, inflexible, transparente, translúcido, opaco; aplicación de estas propiedades; ejemplos al alcance de los niños. — Partes principales de las plantas; caracteres principales de los vertebrados; ejercicios de semejanza y diferencia.

Clase diaria.

Ley reglamentaria de la instrucción obligatoria en el Distrito Federal y Territorios de Tepic y Baja California.



PRÓLOGO

Lo que es este libro y para lo que sirve.

Para juzgar de la excelencia de este libro, único de entre los publicados en México digno de figurar en el pupitre del maestro, para servirle de guía en la difícil enseñanza de las *Nociones científicas* en forma de *Lecciones de cosas*, preciso es antes caracterizar el método dominante actual, conforme al criterio pedagógico.

Desde luego se necesita comparar el antiguo método didáctico de formas inflexibles é impuestas dogmáticamente en la primera enseñanza á la mente infantil, con el método hoy triunfante después de largo tiempo de lucha, fácil para el niño, natural y eficaz para el ejercicio de la propia actividad del discípulo, y en consecuencia verdaderamente educativo, esto es, el único capaz de promover el completo desenvolvimiento de las facultades humanas.

Verdad es que en nuestra actual sociedad, entre cuyos jefes y directores se cuentan las autoridades, los inspectores de instrucción pública, los maestros y los padres de familia, domina más el criterio capaz de percibir la instrucción, que el que pueda penetrar al espíritu de otro hombre y medir en él su fuerza intelectual, esto es, su discernimiento preciso y su aptitud para asimilar un nuevo conocimiento; menos común es aún conocer si el individuo á quien se observa podrá encontrar una verdad, descubrir una causa, ó crear un recurso intelectual ó físico para mejorar su espíritu ó utilizar la naturaleza en la vida práctica.

Distinguir este último estado del espíritu humano,

seguramente que sólo compete á inteligencias superiores, ó á los espíritus que viven la nueva vida intelectual de la educación moderna.

Hasta ahora se considera todavía como el más sabio, al hombre que más conocimientos atesora, al que interrogado sobre cualquier asunto, nos señala el libro ó la autoridad científica que nos proporciona una frase, una fórmula ó, figurándose explicarnos un fenómeno, nos lo expone con otras palabras: esto no es sino el fruto de la educación antigua, cuya causa consiste en la acumulación de formas verbales adquiridas en el aprendizaje de los libros, donde espíritus cultivados vaciaron su saber en forma de definiciones. Este saber aunque ostentoso, no es útil. ¿Pero la existencia de estos antiguos prodigios de saber, no prueban la bondad de la educación de otros tiempos?

Fuerza es quitar esta engañosa venda á los partidarios de los antiguos sistemas de enseñanza, pues tales hombres son el fruto de su educación personal, y por esto son tan originales y tan raros, no son el fruto de su época ni de su escuela, sino la reacción del espíritu humano; son el mentís al antiguo método, no su fruto; por esto asombraron á sus contemporáneos, porque realizaban lo imposible de esperar; por esto hoy nos iluminan al través de los tiempos, porque al romper el molde viejo creció tanto el espíritu humano, alcanzó tal expansibilidad su entendimiento, que todavía su luz nos alcanza y de algunos podemos decir que es indeficiente.

En cambio, la mayoría de los hombres sólo representaba la masa inerte impulsada por los espíritus vigorosos; hoy la tendencia educacional es diversa, lo que sólo fué fruto del acaso, ó para decirlo mejor,

de circunstancias variables y pocas veces concurrentes; los grandes pensadores, que son los que en la educación popular se ocupan, quieren establecerlo para siempre por medio de las causas productoras de aquellos fenómenos psicológicos, y han encontrado los factores del ejercicio útil de la actividad humana en la *observación*, la *experimentación* y el *raciocinio* estimulados por la necesidad, la utilidad ó el placer. Esta es la enseñanza intuitiva, su manifestación genuina son las *Lecciones de cosas*.

Una vez que la percepción sensible ha prestado la materia ú objeto del raciocinio, el espíritu sopla en él la vida y nacen la *idea* y el *pensamiento*. Su expresión exterior es el lenguaje.

Ahora bien, las *Lecciones de cosas* son la realización de este proceso psicológico, por esto quienes escriben un libro para esta enseñanza no deben ser solamente unos sabios, deben ser también eminentes conocedores de las facultades físicas é intelectuales del niño: deben ser verdaderos *maestros*.

Si los conocimientos científicos dan la materia que informará el método, sin duda que se habrá realizado el ideal más completo en cuestión de enseñanza: *instruir* y *educar* á la vez; por esto el ilustrado autor de este libro expone los conocimientos científicos exigidos por la actual progresista ley de Instrucción obligatoria, en la forma de *Lecciones de cosas*, observando rigurosamente el método intuitivo, que es el que proporciona la más clara percepción de la verdad.

Quien quiera poner á prueba la necesidad de unir ciencia y método, vea otros libros de *ciencias* escritos por hombres sabios, y otros de *Lecciones de cosas* por maestros sin ciencia, y ninguno de esos libros se parecerá á éste: el único semejante será el de

Paul Bert; pero éste era un sabio y un maestro.

Adquirida y formulada la noción por el mismo espíritu infantil, se necesita corregir el lenguaje y darle forma concisa y propia: por esto el libro trae sus preciosos *Resúmenes*, éstos caen bajo el dominio del trabajo de retentividad del niño; que para poner á prueba su inteligencia y su exposición propia, vienen los *Cuestionarios*.

Es, pues, un libro utilísimo para el maestro é indispensable para el alumno.

Juzguen de la ciencia que encierra este libro los sacerdotes del saber; á mí me toca saludarle como maestro, si no competente, sí de entre los de mayor aliento y más fe en el porvenir de la escuela mexicana, por esto hoy lejos de rehusar la honrosa invitación del insigne y sabio autor de este libro para anunciar con mis palabras la alborada que precede á su vida, entusiasta lo aclamo el primero entre los nuestros, la presea del maestro, el guía más experto en la difícil enseñanza de las *Lecciones de cosas*, y el ejemplar modelo del verdadero método.

Sólo actos de la modestia de los sabios pueden endulzar las amarguras del maestro. Gracias, ilustre profesor, cuando los que saben, como Justo Sierra y Díaz de León, se asocian á la ímproba labor del maestro de Escuela, puede éste congratularse de errar en el tiempo y en medio de la indiferencia social, en busca del campo feliz donde se asiente la Patria en lo porvenir, alumbrada por el sol del saber, al abrigo de la tolerancia humana, llena, en fin, del respeto y del anhelo de la felicidad común, únicos componentes de la moral eterna.

RICARDO GÓMEZ.

LECCIONES DE COSAS

INTRODUCCIÓN

La principal preocupación de los pedagogos en la evolución actual de la instrucción primaria, es el desarrollar un programa fácil, ameno, práctico, y que corresponda en sus resultados á lo que idealiza la teoría sobre la enseñanza de las ciencias físicas y naturales en la escuela, bajo el sistema generalmente aceptado de lecciones de cosas.

En principio, todos los pedagogos están conformes y aun en los límites y forma de la enseñanza también, pero no sucede lo mismo al desarrollar el programa de estas asignaturas, que aun las mismas leyes establecen de una manera vaga y general. Se ha sostenido la doctrina de la enseñanza oral, puramente oral, y los partidarios de esta forma instructiva aceptan como una transacción los textos narrativos en los cuales se contiene la doctrina ó tema adornado con una historia, una anécdota, que permita conservar en la mente del niño, bajo la impresión de un cuento agradable, la aridez de una ley científica demasiado alta para su inteligencia.

Nosotros opinamos por que á los niños no se les enseñe la ciencia condensada en sus leyes, pero sí que una vez que conozcan suficiente número de hechos particulares, cuya explicación sepan dar con soltura, se les sugiera el conocimiento de la ley que ya no es pesado para su inteligencia. Sabiendo explicar á los niños los fenómenos más comunes y cuya explicación puedan recordar á cada paso, no creemos que la ciencia sea en estas condiciones ni tan árida ni tan pesada que canse á los niños. Pero tampoco opinamos por que esta enseñanza

sea puramente oral. Así como no vamos de acuerdo con la antigua enseñanza exclusivamente mnemónica (de memoria), pues es conveniente que el niño tenga un texto que le sirva para recordar las explicaciones que ha oído en la clase. La necesidad de textos la demuestra la ardiente emulación que se ha posesionado de los pedagogos para producir diariamente nuevos libros que satisfagan las exigencias de la enseñanza, en todos los ramos indicados en las leyes de instrucción para las escuelas primarias.

Á los niños es preciso crearles desde que entran á la escuela, el hábito del estudio, y esto no se consigue con la educación de la atención en la clase oral, sino con la obligación de hacerlos repasar en su texto la materia que se les ha explicado y que aprenden con tanta más facilidad cuanto mejor han comprendido las explicaciones. Preciso es convenir que no todos los profesores tienen las aptitudes necesarias para ornar con una inventiva agradable sus lecciones de cosas. Creemos, sin embargo, que la dificultad queda reducida á cero, si se tiene un texto sencillo, con una exposición clara y al alcance de todas las inteligencias, y si las lecciones de ciencias físicas y naturales se explican teniendo á la vista de los alumnos los juguetes, instrumentos ú objetos, que demuestren la doctrina explicada, es todavía de más atractivo para los niños que las historietas y los cuentos, pues hay que fijarse bien en que una experiencia puede repetirse muchas veces dándole el carácter de una distracción instructiva, sin que canse á los espectadores, en tanto que un mismo cuento acaba por fastidiar á la voluble imaginación de los niños.

En nuestro programa vamos á procurar que todos los principios científicos que se trate de hacer comprender á los niños sean demostrables, hasta donde fuere posible, por medio de tantos y tantos juguetes que el comercio pone en sus manos para divertirlos, y luego haremos aplicaciones del mismo principio ya explicado y demostrado, á todos los fenómenos más comunes y que los

niños puedan apreciar con frecuencia. Como en todas las obras que hemos escrito para la instrucción escolar, para los Liceos é Institutos, después de exponer la doctrina con toda la claridad y concisión que nos fuere dable, entraremos en detalles más amplios sobre el mismo tema, destinados á llamar la atención de los Maestros sobre la manera de desarrollar sus lecciones en las clases ó en las horas de recreo, así como también sujetaremos este curso á un programa que pueda referirse al cuestionario que irá al fin de cada lección.

Ante todo, y queriendo salvarnos de cualquier censura referente á la indicación que hacemos al maestro sobre la manera de dirigir sus clases en las lecciones de cosas, diremos que nuestro propósito es sólo presentarles modelos ó guías para tal objeto y que están en relación con el plan general de la obra, pues jamás pretenderemos imponer nuestra opinión en asuntos pedagógicos, y por lo tanto cada profesor puede ajustarse á los principios que le sean familiares, á los que crea más adecuados según el medio intelectual en donde trabaje y según sus aptitudes. Es hasta inútil manifestar que el profesor que pueda desarrollar un programa de lecciones de cosas amenizándolo con algunas historietas ó adoptar el sistema de recreación instructiva para ir dando sus explicaciones al ver funcionar un juguete, por ejemplo, ese será el mejor procedimiento instructivo para obtener en poco tiempo los más brillantes resultados en la enseñanza de las *Lecciones de Cosas*.

FÍSICA ELEMENTAL

LECCIÓN PRIMERA

Propiedades generales de los cuerpos.

1. — La *naturaleza* es todo lo que nos rodea y puede causar impresión á nuestros sentidos. La luz, el aire, el calor, la lluvia, las estrellas, el sol, las montañas, los minerales, los árboles, los animales, el hombre mismo, todos, todos los seres ó cuerpos de los cuales podemos tener conocimiento ó noticia de su existencia, constituyen un *todo* que es lo que se llama *Naturaleza*.

En la *naturaleza* hay muchos cuerpos que se distinguen unos de otros por sus caracteres físicos, geométricos ú organolépticos, es decir, por su figura, color ó impresión que causan en los sentidos del tacto, del olfato, ó del gusto. Así por ejemplo, una naranja, una pelota de hule teñida de naranjado, y una naranja de cera, tienen alguna semejanza por la figura y el color, pero se distinguen, por el peso, el color, la sensación entre el tacto y el sabor. La diferenciación entre una naranja, una pera, un membrillo, y una mazorca, es mucho más manifiesta.

2. — La física es la ciencia que estudia las propiedades de los cuerpos y de los fenómenos á que dan lugar sin que den origen á otros cuerpos, ó se observe alguna alteración en su composición.

Ejemplos de propiedades de los cuerpos y los fenómenos físicos que pueden ofrecer. — Una manzana que cae del árbol cuando está madura es un fenómeno físico debido á la gravedad ó á la atracción; el bote de una *pelota* revela una propiedad, la elasticidad, y las funciones de muchos juguetes bien conocidos de los niños, como los *soldados inmortales*, las *pelotas* de todas clases, el *trompo*, el *giróscopo*, la *molina*, el *emigrante*,

la *cerbatana*, la *paloma ó masiposa*, la *cometa ó papelote*, los *biciclistas*, los *muñecos equilibristas*, la *honda*, el *chirrido del diablo*, la *trompa*, los *ludiones*, los *globos*, los *rehiletes*, etc., etc., se fundan en propiedades físicas generales ó particulares, que iremos estudiando poco á poco.

Ya se puede adivinar que con sólo los juguetes propios para los niños se logrará desarrollar un programa de lecciones de cosas que nada tendrá que envidiar á una obra científica cuyas doctrinas se demuestran con aparatos muy costosos y de difícil manejo. Aquí cada juguete es un aparato especial que se puede reponer con más ó menos facilidad cada vez que se destruya ó inutilice.

3. — La *fuerza* es muy difícil definirla, y sólo podremos contentarnos con decir que es la causa del movimiento. Con algunos ejemplos se dará idea á los niños de lo que es la fuerza. Las fuerzas naturales como la gravedad, el calor, la luz, la electricidad y el magnetismo, llevan el nombre de *agentes físicos*, y en este sentido decimos que un agente físico contiene una fuerza en sí mismo, una fuerza que puede producir muchos fenómenos por su acción sobre la materia en general ó sobre los cuerpos en particular.

Que todos estos agentes son el resultado de una misma fuerza se comprueba en que el movimiento produce calor y *vice versa* el calor produce luz, electricidad, magnetismo, y todas estas fuerzas se transforman recíprocamente.

El sonido no es un agente físico, sino el resultado de las vibraciones del aire ó del éter que produce fenómenos de acústica muy importantes.

4. — *Cuerpo* es cualquiera sustancia material y extensa. Un pedazo de barro informe es un cuerpo y lo es también después que el alfarero lo ha transformado en un plato. Un grano de arena, un centavo, una burbuja de jabón, una piedra, un libro son cuerpos. Los *cuerpos* están formados por partículas muy pequeñas llamadas *moléculas* y las *moléculas* son agrupaciones de *átomos*. La *molécula* es visible y el *átomo* es invisible.

Demostración. — Si se toma un pedazo de azúcar (cuerpo), un pedazo de mármol (cuerpo) ó cualquier otra

sustancia que se pueda reducir á polvo en un almirez ó metate, se tendrán los fragmentos ó *moléculas* que formaban antes un cuerpo. Se pone á hervir un poco de agua y se recibe el vapor en un plato ó una superficie de vidrio ó metal: las gotas finísimas de agua que se depositan por la condensación del vapor, son las *vesículas* acuosas del vapor de agua ó moléculas cuyo conjunto forma el líquido. Los átomos son los fragmentos últimos é invisibles de materia, cuyo conjunto forma una molécula según la naturaleza y composición que se estudia. Así un pedazo de azúcar está formado de *moléculas* que se ven al reducirlo á polvo fino, y cada molécula está formada de *átomos* cuya composición, aunque invisible, es igual á la de cualquier grano visible.

5. — *Materia* es todo lo que puede impresionar nuestros sentidos. Los cuerpos están formados de materia.

6. — La materia impresiona nuestros sentidos por sus propiedades particulares ó comunes y también según los distintos estados en que pueden presentarse los cuerpos.

Estos estados son tres: el estado *sólido* que lo ofrecen las piedras, los metales, las maderas, los huesos, etc., y se caracteriza por su resistencia á la separación en varios fragmentos. El estado *líquido* que lo ofrece el agua, el vino, el aceite y todos los cuerpos cuyas moléculas se deslizan con facilidad, es decir, que corren, circunstancia debida á que la fuerza que une las moléculas en los fluidos no es tan enérgica como en los sólidos. Lo que caracteriza á los fluidos es que no pueden tener forma propia sino que siempre afectan la de los vasos que los contienen ó se emplean para guardarlos. El estado *gaseoso* es difícil apreciarlo sensiblemente, es decir, que no siempre podemos ver los gases. El aire es un gas ó fluido y todos los gases parecidos al aire se llaman fluidos aeriformes. Para demostrar á los niños la *fluidéz* del aire, hay que llamarles la atención sobre los vientos que no son sino *aire en movimiento*. Lo que se llama atmósfera, es una gran envoltura de aire que tiene toda la tierra. Se toma una botella vacía y se les dice á los niños

que está llena de aire aunque su aspecto y el lenguaje ordinario nos obliga á decir que está vacía, se la mete en una tina de agua y á medida que va llenándose de agua, el aire se desprende en *forma de burbujas* que salen gorgoriteando entre el agua.

Hay algunos cuerpos, como el agua, que pueden afectar los tres estados de que hemos hablado; el sólido cuando está convertido en hielo ó granizo, el líquido que es su estado natural y el gaseoso ó vaporoso cuando se la calienta y se evapora.

Observaciones complementarias. — Con sólo la explicación de la definición de *Naturaleza*, § 1, puede un pedagogo inteligente desarrollar un hermoso programa de lecciones orales, obsequiando de este modo el espíritu de la ley y de la época. La *naturaleza* es todo lo que nos rodea y puede causar impresión en nuestros sentidos, dice la definición, y para proceder á su explicación se puede desde luego establecer la clasificación siguiente:

1º Los cuerpos que pueden impresionar los sentidos y que son distintos del sujeto que recibe las impresiones.

2º Los órganos de los sentidos por medio de los cuales llega el individuo á la percepción de los objetos. El sujeto posee sentidos especiales para recibir diversa clase de sensaciones. Estos sentidos son el oído, la vista, el olfato, el gusto y el tacto. Los órganos que á cada sentido corresponden, son: la oreja (1), que es la parte visible del aparato auditivo, para oír; el ojo para ver, el aparato de la olfacción, formado por la nariz, las ventanas de la nariz y las fosas nasales, para oler; la lengua para gustar, y los pulpejos del dedo para palpar ó tacter, por servirnos más de las manos para la palpación. Ahora bien, ¿qué clase de fenómenos pueden apreciarse por medio de estos sentidos?

Con el sentido del oído percibimos las sensaciones sonoras, los ruidos, los truenos, la música, la voz humana. El oído nos es indispensable (2) para comunicar

(1) El aparato auditivo se forma anatómicamente por la oreja externa, la oreja media y la oreja interna.

(2) La *mímica* y la educación de los sordos-mudos es una excepción.

nuestros pensamientos, para instruirnos, para regocijarnos con la conversación de los demás ó participar con nuestros amigos y miembros de familia las alegrías y los dolores de la vida. Con la vista percibimos los colores, la figura, el tamaño, las relaciones de los cuerpos, y por una educación que empieza desde la niñez sabemos apreciar por comparación las distancias. Con el olfato distinguimos las emanaciones de los cuerpos que designamos con el nombre de olores, perfumes, pestilencias, etc., y cuando tenemos bien educado el olfato nos sirve para distinguir unos cuerpos de otros por su aroma. Con el gusto apreciamos los sabores, y es el órgano que más sensaciones gratas proporciona al gastrónomo. Con el tacto apreciamos la rudeza, el pulimento, la rugosidad, la dureza, blandura, etc., que presentan los cuerpos.

Una vez explicadas las funciones de los sentidos con sus correspondientes ejemplos, ya se puede establecer otra categoría en el mundo objetivo, como la manera de ir distinguiendo por los mismos sentidos los minerales de los vegetales y éstos de los animales.

Los fenómenos de orden físico que apreciamos generalmente por la vista, como el cintilar de las estrellas, la forma de las nubes que se distinguen en sus grupos característicos, como las nubes tempestuosas de los celajes del crepúsculo y de los borreguitos que parecen rodear á la luna, el viento que azota nuestros rostros, la lluvia, el granizo, la escarcha, el relámpago que nos deslumbra y el trueno que nos ensordece, las arenas que sirven de lecho para que corran suavemente las aguas de los ríos, la planta que nace después de sembrada la semilla, los pájaros que cantan en el bosque, todo, todo lo que impresiona cada uno de nuestros sentidos y que al sentir la impresión nos recuerda el objeto ó ser que la produce, es lo que forma la naturaleza.

¿Qué tema más bello para un profesor inteligente?

Con sólo esta definición tiene para ejercitarse en la manera de dar en diversa forma muchas lecciones orales, que á la vez que son muy sencillas, al alcance de los

niños más mal acondicionados para el estudio, pueden tener mucho atractivo para ellos y les facilita el estudio del texto que lo aprenden *entendiéndolo* y dándose cuenta de todo.

Hemos apuntado solamente los temas que pueden servir al profesor para explicar el primer párrafo y los siguientes que forman esta lección, pues detallar la forma de una clase oral nos haría salvar los límites del texto y no dejar al profesor el recurso de su propia inventiva.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué significa la palabra naturaleza? — 2. ¿Qué ciencia se ocupa del estudio de los cuerpos? — 3. ¿Qué se entiende por *agentes físicos* ó causas generales de los fenómenos que ofrecen los cuerpos? — 4. ¿Cómo se define un cuerpo? — 5. ¿Qué se entiende por *materia*? — 6. ¿De cuántas maneras podemos apreciar los cuerpos, ó en otros términos, de cuántos modos puede impresionar la materia á nuestros sentidos?

RESUMEN

1. — Por *Naturaleza* se entiende el conjunto de todos los seres que existen, ya sean vivos ú orgánicos, como el hombre, un animal, una planta, ya inorgánicos como el sol, el aire, el agua, la tierra, los metales, etc.

Los sentidos impresionados por los cuerpos nos revelan su existencia y van contribuyendo á aumentar diariamente nuestros conocimientos.

2. — La física es la ciencia que se ocupa de los fenómenos que presentan los cuerpos, así como sus cambios y sus diferentes propiedades, sin que sufran alteración en su composición (1).

(1) Explicación de la definición. — El frotamiento es un fenómeno físico que produce en los cuerpos un aumento de calor (el profesor citará varios ejemplos de este fenómeno), el cual no hace sufrir un cambio en la constitución íntima del cuerpo ó en su manera de presentarse á nuestra observación. Mas si el calor produce la combustión, quemándolo, entonces hay un cambio en la constitución íntima, como cuando el carbón se reduce á ceniza ó un fósforo que arde, cavendo el fenómeno bajo el dominio de la química. La congelación del agua es un fenómeno físico porque la naturaleza ó constitución íntima del agua no cambia.

Todo cuerpo está formado por un agrupamiento de pequeñas partí-

3. — Se llaman *agentes físicos* á los cuerpos que impresionan de un modo particular nuestros sentidos, como el calor, la luz, la electricidad.

4. — Se llama *cuerpo* toda porción limitada de materia.

5. — Así, pues, un cuerpo está constituido por un agregado de materia, y puede tener una forma determinada ó carecer de ella. Tiene forma determinada una naranja, y carece de forma una masa de aire.

6. — Los cuerpos impresionan de diverso modo nuestros sentidos, según las propiedades características á cada cuerpo. Estas propiedades pueden ser generales ó particulares.

LECCIÓN SEGUNDA

Propiedades generales de los cuerpos.

(Continuación.)

7. — Los distintos cuerpos de la naturaleza, bien pertenezcan á los agrupamientos de materia bruta como las piedras, ó bien pertenezcan á la serie de los cuerpos organizados, ó seres vivos, tienen distinta manera de impresionar nuestros sentidos, para diferenciarse unos de otros, en virtud de las propiedades particulares á cada individuo; así es como distinguimos un trozo de azúcar de un terrón de sal, por el sabor, un pedazo de mantecquilla de un copo de nieve de leche ó un amantecado; distinguimos la leche de la tinta por el color, un pez de un insecto por su figura, etc. Pero si consideramos todos los cuerpos y los seres bajo el punto de vista de que

culas llamadas *moléculas*, y cada molécula es á su vez un agrupamiento de *átomos*. Los *átomos* son invisibles y sólo se comprueba su existencia por medio de las operaciones de la química, lo cual constituye una serie de estudios de orden muy superior.

Todos los cuerpos de la naturaleza ofrecen fenómenos que los distinguen unos de otros, y esos fenómenos son los que nos revelan las diversas propiedades que poseen.

Se llaman *propiedades* en los cuerpos á la manera de obrar sobre nuestros sentidos, y se distinguen en propiedades generales ó comunes y en propiedades especiales porque sólo las presentan algunos cuerpos.

todos tienen una cantidad de materia organizada ó no, tienen una figura propia, un tamaño definido, y la circunstancia de que dos cuerpos no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo, ya entonces tenemos que convenir en que hay *propiedades físicas* que son comunes á todos los seres del Universo. Estas propiedades se llaman propiedades generales de los cuerpos.

8. — Las propiedades generales más importantes son:

La *extensión*, la *impenetrabilidad*, la *divisibilidad*, la *porosidad*, la *compresibilidad*, la *elasticidad*, la *movilidad*, la *inercia* y la *atracción*.

9. — El *espacio* es la inmensidad del Universo que contiene á todos los cuerpos. Cada cuerpo grande ó pequeño ocupa un sitio preciso en el espacio. Un cuerpo se *mueve* cuando se traslada de un lugar á otro en el espacio. La *extensión* de un cuerpo se aprecia según la parte de espacio que ocupa, y se puede definir según la forma geométrica que ofrece el cuerpo. Una línea de diez centímetros de largo v. g. nos da el primer elemento geométrico de un cuerpo, la *longitud*, y el espacio (el papel ó pizarra) en donde está trazada nos da idea de su *extensión*. Pero esa línea tiene un *ancho* determinado, un milímetro, diez, un centímetro, dos ó más, y esto determina el segundo elemento geométrico de la *extensión*, la *latitud*. Aun hay otro elemento que caracteriza á los sólidos es su espesor, *grueso*, *profundidad* ó *altura*. Una hoja de papel, por delgada que la supongamos, tiene estos tres elementos que podrían enunciarse así: *grueso*, un milímetro, *longitud* diez centímetros, *latitud* cuatro centímetros; las medidas de superficie se expresarían así sencillamente 4×10 .

Resumiendo diremos que la *extensión* es la parte de espacio que un cuerpo ocupa, limitada por sus elementos geométricos fundamentales, la longitud, la anchura y la altura.

Hay cuerpos de forma irregular que no escapan á este principio, pues siempre ofrecen los tres factores constitutivos de la extensión.

La medición de los cuerpos regulares es fácil, como se puede observar diariamente en el comercio, especialmente en los cajones de ropa, pero aun en los cuerpos irregulares se puede medir su extensión por los siguientes procedimientos: si se trata de averiguar la superficie de una lámina de zinc ó de cobre ó cartón ó materia difícil de medir, se pesa la hoja en cuestión, luego se corta un pedazo que tenga un centímetro por lado, en cuadro, y se pesa éste: se divide el primer peso de la lámina por el del centímetro cuadrado y el cociente da en centímetros cuadrados la superficie total de la lámina. La misma operación se puede hacer para averiguar sin medir un rollo de alambre por ejemplo, se pesa el rollo, se toma luego un metro del mismo alambre y se pesa; se divide el peso primero por el segundo y el cociente da el número de metros del rollo.

Hay que distinguir siempre al hablar de la *extensión* de los cuerpos, el *volumen* y la *masa*. El *volumen* depende del tamaño de sus dimensiones y la *masa* de la cantidad de materia que contiene. Una esfera de cobre maciza y otra hueca á volumen igual ó igual tamaño tienen distinto peso, porque en una hay más materia (masa) que en otra.

☞. — La *impenetrabilidad* es una consecuencia lógica de la extensión. Si la extensión es la propiedad en virtud de la cual cada cuerpo ocupa en el espacio un *lugar* preciso, claro está que ningún otro cuerpo puede ocupar al *mismo tiempo* el *mismo espacio* ocupado ya por un cuerpo. Definiremos pues la impenetrabilidad diciendo que es la propiedad esencial de la materia en virtud de la cual no puede ser ocupado el lugar que ya lo está, por otro cuerpo. Si el cuerpo se mueve y deja libre el espacio que ocupaba, entonces sí puede ser llenado por otro cuerpo, pero al *mismo tiempo* no pueden ocupar dos cuerpos el *mismo espacio*.

Demostración. — Los proyectiles (las balas) perforan los muros, la madera y los cuerpos menos duros que el plomo, en virtud de la impenetrabilidad y de la fuerza de proyección de que están animados.

Es el mismo caso que se observa al golpear con el martillo un clavo que se hunde en la pared ó en la madera. La resistencia que oponen los cuerpos á ser *penetrados* por otros se vence con el choque del martillo, y al terminar la experiencia se ve al clavo hundido en otra masa más ó menos compacta: lo que pasa es que al penetrar el clavo se abre camino comprimiendo la materia que lo rodea, pero no es que ocupe al *mismo tiempo* el mismo espacio que la materia que ha penetrado. Esta experiencia se les puede variar y repetir á los niños con masas de barro, de cera, ó cualquier otra sustancia en la cual se hunden trozos de madera.

Otra paradoja que prueba la impenetrabilidad es la de un terrón de azúcar que se empapa en agua, pues parece que el agua ocupa el mismo espacio que una parte de la masa del azúcar, fenómeno que sólo es debido á otra propiedad que luego estudiaremos, la porosidad: es decir, que el agua sólo penetra en los huecos ó poros que hay en la masa de azúcar, pero no en la masa misma del azúcar.

Si se toma un vaso con agua y luego se deja caer en el líquido un huevo de gallina, se ve que el nivel del líquido sube y aun puede derramarse el agua: esto es debido á la impenetrabilidad, pues el huevo *desaloja* un volumen de agua igual al volumen del huevo mismo.

Este fenómeno, además de ser una prueba de la impenetrabilidad de los cuerpos, es una demostración del principio de Arquímedes que en otro lugar tenemos que estudiar.

Para demostrar la impenetrabilidad de los gases, se toma un vaso y se hunde en el agua llevando la boca paralela á la superficie del líquido. Se ve que el agua asciende hasta cierto límite en el interior del vaso, pero pasado de ahí, el agua no camina más aun que se hunda el vaso hasta el fondo del barril ó vasija que contenga el agua.

Esto es debido al aire contenido en el vaso que no se deja *penetrar* por el agua oponiendo una resistencia á que el agua llene todo el vaso en experiencia.

Otra experiencia muy conocida en los laboratorios, farmacias y otros talleres donde se filtren líquidos ; si se coloca un embudo sobre un frasco ó botella y el embudo toca bien todo el cuello del frasco, el líquido que se introduce por el embudo cesa de pasar al cabo de unos momentos, porque el aire del interior del frasco que no tiene salida, opone resistencia á la entrada de más líquido ; pero si se pone un papelito entre el embudo y el cuello ó si éste es irregular para que dé salida al aire interior, la filtración se hace sin interrupción.

En este principio se fundan los grandes inventos de la

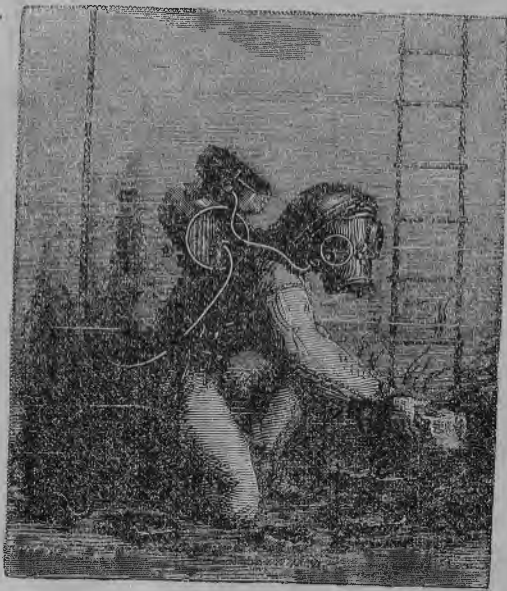


Fig. 1. — Campana de inmersión y escafandro. Por el tubo T llega el aire del exterior á la campana y de ésta pasa por el pequeño tubo en conexión con el escafandro que viste el hombre.

época ; la *campana de inmersión* para trabajar en el fondo de las aguas, ríos, lagos, mares, y el *escafandro*,

que es un vestido impermeable entallado á todo el cuerpo y en conexión con una cabeza ó casco que protege la cabeza y permite ver dentro del agua, llevando en este punto los tubos que permiten respirar aire puro y espirar el aire viciado : el escafandro se usa para explorar el fondo de los mares (*fig. 1^a*). Como la imaginación de los niños es viva, hay que desvanecerles las paradojas ó experiencias que parecen probar lo contrario de lo que se les va enseñando. Así por ejemplo, si alguien les dice que la sombra de un árbol producida por el sol es extensa pero no impenetrable, puede dar lugar á la confusión de los fenómenos, y esto se debe evitar. Efectivamente, una sombra es extensa pero no impenetrable, por la sencilla razón de que una sombra es una *forma* y no un cuerpo ; carece del factor fundamental de la impenetrabilidad el espesor físico ó la masa de materia real.

■ ■ . — La *divisibilidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de poder ser separados en sus elementos moleculares por varios procedimientos físicos, químicos y mecánicos.

Demostración. — Un terrón de azúcar se muele en un almirez y se pasa al tamiz de seda el polvo que resulta : este polvo es impalpable, y las partículas que lo forman pueden considerarse como las moléculas que se agregaban para formar un terrón de azúcar.

Esta *división* de la materia ó del azúcar se ha hecho por procedimiento mecánico.

Si se quema un leño de *ocote* y se recibe el humo en la superficie de un vidrio ó el fondo de un plato bien pulido, se forma una capa muy tenue de *humo de ocote*. Esta capa si se examina con una lente está formada de partículas muy tenues, *moléculas* de carbón, producto de la combustión de la madera mezclada á principios resinosos, que demuestra la divisibilidad de los residuos de la combustión. Esta es una división por procedimiento químico, porque se transforma una materia en otra. Si se toma un grano (cinco centigramos) de carmín y se disuelven en un litro de agua, se tiene una solución colorada de color

carmin. Pues esta misma solución puede ponerse hasta en quince litros de agua y se obtiene todavía la coloración del carmin, lo cual prueba la suma divisibilidad de la materia colorante. Los colores de anilina tienen un poder colorante mayor que el carmin, pues el azul de metilo y otros pueden colorear hasta 15 kilogramos de agua con solo 5 centigramos de materia colorante.

Esta es una prueba física de la divisibilidad de la materia por solubilidad de las sustancias.

Aun podemos aducir otra prueba apreciable por los sentidos, y es del orden fisiológico. Un gramo de almizcle ó de yodoformo se deja al aire libre en una gran sala y sin que disminuya sensiblemente la cantidad de sustancia, las partículas *atómicas* que se volatilizan bastante para impregnar el aire de toda la pieza y que sea percibido por el olfato el aroma de la sustancia.

Los aromas son partículas muy finas, átomos volátiles que se desprenden de los cuerpos aromáticos, los frutos, por ejemplo, y se difunden por la atmósfera y se perciben por el órgano del olfato.

Hay varios procedimientos para dar idea de la suma divisibilidad de la materia y probarla por medio del cálculo, pero estos cálculos pueden ser demasiado pesados para los niños y dar lugar á confusiones en una propiedad que bien pueden comprender con lo ya explicado y con las variaciones de experimentación que intenten los maestros para lograr su objeto. Si se tiene á la mano un atomizador Barclay, un *chambelán* tan común en las peluquerías, se pueden hacer demostraciones de pulverización de líquidos que hagan sensible la divisibilidad de la materia.

QUESTIONARIO

7. ¿Qué se entiende por propiedades generales de los cuerpos? —
 8. ¿Cuáles son las propiedades generales más importantes? —
 9. ¿Qué cosa es la *extensión* de un cuerpo? — 10. ¿Qué se entiende por *impenetrabilidad*? — 11. ¿Qué se entiende por *divisibilidad*?

RESUMEN

7. — Las propiedades comunes á todos los cuerpos son aquellas manifestaciones sin las cuales es imposible concebir ni aun la existencia de los mismos cuerpos.

8. — Entre las propiedades generales más importantes, se enumeran en primer lugar la extensión, el movimiento y la atracción.

9 y 10. — La *extensión* es la propiedad que tiene todo cuerpo de ocupar una parte limitada en el espacio, y su propiedad correlativa es la impenetrabilidad, cuya propiedad se define diciendo que dos cuerpos no pueden ocupar al mismo tiempo el mismo espacio. Aunque hay algunas experiencias que parecen probar lo contrario, como cuando se sumerge un huevo en un vaso de agua, se ve que el agua se eleva ó desborda, probando este fenómeno que el huevo ha desalojado un volumen de agua igual al que representa el volumen del huevo, porque el huevo y el agua (que aquél ha desalojado) no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo.

11. — La *divisibilidad* es una propiedad general de la materia en virtud de la cual los cuerpos pueden ser divididos por varios procedimientos. Los sólidos se pulverizan hasta quedar reducidos á un polvo impalpable, los líquidos se evaporan ó se difunden con atomizadores (vulgo *chambelanes* en las peluquerías) y los cuerpos aromáticos se difunden en la atmósfera emitiendo rápida ó lentamente partículas aromáticas que dan idea de la divisibilidad de la materia. Si coloreamos con una gota de tinta carmin un litro de agua se puede tener idea de la divisibilidad que ha sufrido esta gota para difundirse en toda la masa del líquido coloreado

Modelo de un cuestionario especial para los Niños después que hayan aprendido el resumen y hecho el repaso de la lección correspondiente.

9. — ¿Qué debe entenderse por espacio? — Cuando se dice « hay espacio para 100 personas » ¿qué debe entenderse? — ¿En dónde se hallan los cuerpos? — ¿En dónde se mueven los cuerpos? — ¿Qué cosa es la extensión? — ¿Cuál es el primer elemento geométrico de un cuerpo? — ¿Cuál es el segundo elemento geométrico de un cuerpo? — ¿Cómo se define la *extensión* considerando los elementos geométricos de un cuerpo? — ¿Y los cuerpos de forma irregular como una esponja presentan los mismos elementos geométricos? — ¿Cómo se mide un

cuerpo regular? — ¿Para qué sirve la vara ó el metro en los cajones de ropa ó tiendas? — ¿Cómo se puede *medir* un rollo de alambre sin medirlo en la vara? — ¿Qué se entiende por volumen en un cuerpo? — ¿Pueden ocupar dos cuerpos el mismo espacio al mismo tiempo? — ¿Por qué no puede ocupar un cuerpo el espacio que ocupa otro? — ¿Qué experiencias demuestran la impenetrabilidad?

11. — ¿Qué se entiende por división de la materia? — ¿Cómo se prueba la divisibilidad física de la materia? — ¿Cómo se demuestra la divisibilidad mecánica de los cuerpos? — ¿Cómo se demuestra la divisibilidad químicamente? — ¿Pueden los aromas demostrar la divisibilidad de los cuerpos? — ¿Cuáles son los ejemplos más notables de este hecho?

LECCIÓN TERCERA

Propiedades generales de los cuerpos.

(Continuación.)

12. — La *porosidad* es una propiedad de la materia en virtud de la cual no es compacta su masa, es decir, que entre sus moléculas ó los agrupamientos de varias moléculas hay intersticios ó huecos llamados *poros*. Hay cuerpos que tienen muy visibles estos poros, como el corcho, al azúcar, las esponjas, etc., y otros parecen carecer de poros, pero esto no es sino apariencia; porque los poros existen en todos los cuerpos, puesto que es una propiedad general de la materia.

Se distinguen los poros, en que unos son *visibles* y se llaman poros físicos, y otros son invisibles y se llaman poros microscópicos ó intermoleculares, cuya existencia se demuestra por ciertos fenómenos de contracción que ofrecen algunos cuerpos bajo la influencia del frío ó de la presión y cuyos fenómenos no tendrían lugar si fueran enteramente compactos los cuerpos que los presentan.

Demostración. — La porosidad es una de las propiedades que puede demostrarse á los niños con experiencias concluyentes. La primera experiencia debe practicarse

con una esponja lo más fina posible, y en la cual sean muy visibles los poros físicos: la esponja bien seca es muy chica relativamente al volumen que puede adquirir y aun se le puede pesar antes de la experiencia para hacerla más atractiva; se le coloca en un plato que contenga una copa de agua y se irá notando la imbibición del agua por la esponja, diciendo á los niños que el agua se va alojando poco á poco en los poros de la esponja hasta que ha absorbido toda el agua; luego se pesa y la diferencia indica la cantidad de agua que han bebido sus poros.

Se escribe fuerte sobre papel satinado y luego se le aplica el papel secante ó bien se arroja una mancha de tinta y se le aplica el secante en seguida. La absorción del papel se hace porque éste es muy poroso.

Las cocineras tienen la costumbre de amontonar algunas ascuas y cubrirlas con ceniza, conservándose el fuego, es decir, los carbones encendidos durante algunas horas, porque el aire penetra por la ceniza que puede considerarse como una cubierta porosa, y puede alimentar con lentitud la combustión para que no se apaguen los carbones.

Las coladeras ó pilas de grés que se usan en muchas casas para filtrar el agua, se fundan en la porosidad de esas piedras que permiten el paso del agua y retienen todas las impurezas sólidas que no pueden pasar por los poros de las pilas.

En las construcciones se acostumbra empapar las cabezas de las vigas que se van á usar en los techos con aceite, el cual penetra en la madera en virtud de su porosidad y es un preservativo para que la humedad no las pudra.

En los pavimentos se observa con frecuencia este hecho: que los ladrillos corrientes son muy porosos y conservan mucho tiempo la humedad, porque al regar el piso toda el agua que cae se embebe en los ladrillos: por el contrario, los ladrillos que se llaman colados, cuya masa es compacta, son menos porosos (sus poros son muy finos), y la imbibición, el paso del agua es lento y

por lo mismo conserva menos humedad después del aseo de las habitaciones.

La arena forma una capa en el suelo muy porosa y el agua se pasa pronto por ella, y por eso las calles de los jardines se cubren de arena para que no conserven la humedad y dejen pasar el agua al subsuelo, en donde sirve de depósito para alimentar las raíces de los árboles y plantas. No sucede lo mismo con otros cuerpos muy compactos, cuyos poros son finísimos, como la pizarra, el mármol, por cuya circunstancia se llaman impermeables, y como el agua no los altera, se usan para monumentos delicados que tienen que estar al aire libre, como los cenotafios en los panteones.

La tierra de pipa ó esmectica que se usa para desmanchar la ropa, es una sustancia útil porque en virtud de su porosidad las manchas de aceite se quitan pasándose este líquido á la tierra que lo empapa.

Los barriles, los toneles, y todas las vasijas de madera formadas de piezas y destinadas á la conservación ó transporte de los líquidos, cuando carecen del contenido que los humedece constantemente, se resecan y aun se desarman.

Para ponerlos en uso es preciso remojarlos, hasta que todas las piezas se hinchan y no dejan hendiduras por donde pueda salirse el contenido.

Es en virtud de la porosidad de la madera que ésta se hincha y se dilata por la humedad ó contacto con los líquidos.

Es de experiencia común el deterioro que sufren los muebles en el cambio de estaciones y según que han sido fabricados con madera seca ó fresca, vulgarmente *verde*, según la expresión consagrada por el uso. Si se construye una vidriera con madera *verde*, en la estación del calor se reseca, se retrae y se tuerce causando la ruptura de los vidrios y la discordancia en los ajustes. Pero en muchos casos, la sola influencia del aire seco ó húmedo basta para que los objetos de madera se tuerzan, se anbra y se pierdan sus ajustes. Todos estos fenó-

menos tienen por origen la porosidad que permite absorber la humedad del aire atmosférico ó perder la humedad propia de la madera en un aire muy seco, y en este caso se retrae, se rompen sus ensambles ó se abren las piezas en la dirección de las fibras produciendo á veces verdaderas detonaciones.

En la estación de las aguas se hinchan las puertas y las ventanas y es difícil abrirlas y cerrarlas. Todo es debido á la porosidad de la madera que absorbe el agua de la atmósfera. Para evitar estos desperfectos en la construcción de las habitaciones se deben aceitar bien las maderas para que sea el aceite el que se conserve en los poros y evite la entrada de otros líquidos como el agua.

En las cuerdas, sogas, reatas, cabestros, etc., se observan fenómenos curiosos debidos á la porosidad.

Si se mete en una cuba de agua una reata bien torcida pero algo floja, se observan dos fenómenos, que el torcido se aprieta y la reata se acorta, pero al mismo tiempo aumenta un poco en grueso. Esto es debido á la disposición del torcido que es en espiral. Lo que hay que notar aquí es el fenómeno inverso de lo que sucede generalmente; pues la humedad tiende á dilatar los cuerpos y en el caso que nos ocupa los acorta.

Bien conocida es también la acción de la humedad sobre los tejidos ó telas de lana que con la humedad y sobre todo con el lavado se acortan considerablemente. Esto es debido á que la constitución íntima y fundamental del tejido forma espirales ó líneas oblicuas que al mojarse se contraen y, como en las cuerdas, una vez mojadas, no recobran al secarse su longitud primitiva. Las lavanderas saben que las piezas de lana no se pueden abandonar al secarse, pues es preciso sujetarlas por todos sus extremos hasta que estén bien secas para contrarrestar la tendencia á la contracción.

Si se toma un pedazo de cartón grueso y se moja una de sus caras, sin que penetre la humedad á todo el espesor, se vé que la cara húmeda se dilata y la que permanece seca conserva sus dimensiones, pero la superficie

dilatada obliga á la otra á encorvarse. Esto puede observarse también en las maderas.

Los globos cautivos que tanto agradan á los niños y que sólo duran un día ó menos inflados, van perdiendo su gas hidrógeno, del cual están llenos, porque se sale al través de los poros que tiene la membrana de goma de que está formado el globo.

Aun hay otras muchas pruebas de la porosidad de los cuerpos que ya no relatamos porque bastante nos hemos extendido y es preciso reservar espacio para otros puntos no menos curiosos é interesantes que éste.

13. — La *compresibilidad* es una propiedad de la materia en virtud de la cual todos los cuerpos pueden reducirse á un volumen menor que el que tienen en el estado ordinario, cuando se les somete á una presión relacionada á la resistencia que ofrecen para ser comprimidos. Los gases son los más compresibles; los sólidos son compresibles, pero los líquidos son más resistentes á la compresión.

La compresibilidad es considerada por los físicos como una prueba de la porosidad. Efectivamente, si en la masa de un cuerpo no hay poros que permitan el alojamiento de otras moléculas condensando la masa, la compresión es imposible: sólo los cuerpos que tienen poros visibles ó invisibles pueden ser reducidos á un volumen menor.

Demostración. — En los sólidos, la mejor demostración de la compresibilidad se tiene en las monedas y en las medallas, y se ve la necesidad de una gran potencia para vencer la resistencia de cuerpos tan duros, por las máquinas tan poderosas que se necesitan para la acuñación.

Cambiando la experiencia se puede demostrar á los niños la compresibilidad formando una masa de barro muy fina y produciendo varias impresiones de monedas y medallas en su superficie. También la impresión del lacre por el sello, se explica por la misma propiedad.

Si se toma una esponja, un copo de algodón, un trozo de medula de saúco y se comprimen entre las manos, ó

los dedos, sucesivamente, se irá demostrando la compresibilidad de los sólidos.

Los líquidos son difícilmente compresibles, pues el agua sólo puede reducirse en una décima parte de su volumen bajo la presión de dos mil atmósferas. Esto no alcanzan á comprenderlo los niños, pero pueden conservar en la memoria el principio para cuando avancen en sus estudios y sepan estimar en su valor la presión atmosférica.

El aire, los gases son muy compresibles. Entre los niños es muy común un juguete llamado *trabuco*. Éste consiste en un tubo de olate largo de 30 á 35 centímetros, de paredes gruesas y un canal de 1 centímetro de diámetro al través del cual desliza una varilla, que hace las veces de émbolo: con bolitas de algodón ensebadas se hacen los tapones, que tendrán dos centímetros de longitud. Se mete un tapón y se le comprime para que ajuste en las paredes del trabuco, luego se coloca el otro tapón en el extremo libre y se le empuja fuertemente con la varita produciendo una detonación y la salida brusca del primer tapón.

El fenómeno se explica por la compresión que sufre el aire interior del trabuco, y como además es elástico, reacciona sobre el tapón para recobrar su volumen primitivo y despiende con fuerza al tapón.

Se toma una cajetilla de cigarros que no esté rota y que tenga un extremo cerrado y otro libre: se coloca la extremidad libre sobre la palma de la mano izquierda y con la palma de la mano derecha se da un golpe violento sobre la parte superior de la cajetilla, como para comprimirlo entre las dos palmas; el aire contenido en el interior de la cajetilla se *comprime*, y estalla, rompiendo la cajetilla y produciendo una débil detonación.

Esta experiencia se varía de mil maneras: con pétalos de flor, como los de amapola, hojas de mastuerzo: se colocan sobre el puño de la mano izquierda que forma como una trompetilla incurvando hacia la palma los dedos: se descarga sobre la hoja la palma de la mano

derecha y la hoja estalla por la compresión del aire que se aprisiona entre la palma derecha y la superficie de la hoja buscando salida por el hueco de la mano entrecerrada.

Una experiencia muy bonita que se hace con el aire comprimido en una botella capaz de desviar la llama de una vela, da idea de la facilidad de compresión de los gases. Esta experiencia exige sólo alguna habilidad y práctica para que dé resultado. Consiste en aprisionar el aire soplando en el interior de la botella, pero es preciso soplar *comprimiendo* el aire sin que se produzca ruido y cerrando violentamente el orificio de la botella para que no salga el aire comprimido: se coloca la botella en la posición indicada por las figuras para hacer desviar la llama de una bujía (figs. 2 y 3).

La compresibilidad del aire se ha aprovechado no sólo



Fig. 2. — Posición de las manos antes de comprimir el aire de la botella con la boca.



Fig. 3. — Manera de disponer la botella para que se apague la bujía.

para fabricar muchos juguetes para los niños, comenzando por el *trabuco* y las *pistolas de viento*, sino que también tiene grandes é importantes aplicaciones en las ciencias, en la medicina y en la industria.

Hay carabinas de viento en las cuales se comprime el aire hasta unas 10 atmósferas y despiden el proyectil con igual fuerza que la pólvora: pero estas armas no son prác-

ticas: sólo se tienen como objetos de curiosidad ó de estudio en los gabinetes ó museos.

Después del *trabuco* hay que mencionar la *cerbatana*, con que los niños hacen guerra tremenda á los pajarillos: en manos de los niños no pasa de ser un juguete, pero los indios Papuas y Jaíruas no tienen otra arma para la caza de las aves que la *cerbatana*, lo cual prueba que tienen muy buenos pulmones para comprimir el aire que debe obrar sobre el proyectil de la *cerbatana*.

El aire comprimido se ha utilizado como fuerza perforadora para abrir el gran túnel del San Gotardo, que tiene 15 kilómetros de longitud. Las postas neumáticas de la ciudad de París están fundadas en la fuerza del aire comprimido que hace caminar de una estación á otra los pistones-valijas en donde van las cartas.

Hoy todo el mundo oye hablar de los frenos neumáticos en los ferrocarriles, destinados á parar violentamente los trenes para evitar siniestros, y están fundados en la acción violenta del aire comprimido que se halla en un cuerpo de bomba que lleva cada carro.

Ya hemos hablado de las campanas de inmersión y de los escafandros, y sólo nos resta decir que el aire comprimido es el que sirve para la respiración de los que se aventuran en estos aparatos.

Por último, el *fuelle* usado en las fraguas y en otras industrias, se funda en la compresión del aire, como se puede ver examinando la manera de funcionar de estos aparatos que se deben mostrar á los niños; cuando se sopla á *carrillo hinchado* se hace con la boca un fuelle natural.

CUESTIONARIO

12. ¿Qué cosa es la *porosidad* en los cuerpos? — 13. ¿Qué se entiende por *compresibilidad*?

RESUMEN

12. — La *porosidad* es una de las propiedades generales de la materia ó común á todos los cuerpos, que pone de manifiesto su constitución íntima, es decir, que todo cuerpo por

pequeño que sea, está formado por agregados moleculares, y estos agregados dejan entre sí espacios más ó menos visibles que es lo que se llaman *poros*. Los poros pueden ser visibles y se llaman poros físicos, como los de una esponja, y los poros invisibles ó intermoleculares que sólo se hacen sensibles por la acción de los agentes físicos, como el frío que produce la contracción de cuerpos tan compactos como el hierro. Si no existieran los poros, los fenómenos de dilatación y contracción de los cuerpos serían imposibles.

13. — La compresibilidad es una propiedad general, consecuencia de la porosidad y en virtud de la cual los cuerpos, ya sean sólidos, líquidos ó gaseosos, pueden disminuir de volumen por una fuerte presión ejercida en su masa. Los líquidos son menos compresibles que los sólidos y los gases, y esto es debido á la fluidez misma de su masa, pues las moléculas que la forman se adaptan con facilidad unas á otras y disminuyen mucho los espacios intermoleculares, pero siempre son compresibles, como se demuestra con aparatos especiales llamados *piezómetros* en los gabinetes de física.

Los gases son muy compresibles, y en esta propiedad se fundan muchas aplicaciones á las artes y á la industria, sobre todo en aparatos de aire comprimido, en los cuales se utiliza éste como potencia motriz. Hay máquinas de barreno que funcionan merced al aire comprimido y prestan grandes servicios en la perforación de los grandes túneles en donde es difícil y aun peligroso el uso de otros aparatos.

Cuestionario especial para los niños.

12. — ¿Cómo se llaman los huecos de una esponja? — ¿Cómo se llaman los intersticios que hay en un terrón de azúcar? — ¿Cuál es la acepción de la palabra *poro*? — ¿Qué es un *poro* en física? — ¿Qué se entiende por *poro* en higiene? — ¿Tiene poros el vidrio? — ¿Qué ejemplos pueden darse del *poro* físico? — ¿Cómo se demuestra la existencia de poros cuando son invisibles? — ¿Qué experiencias demuestran la porosidad de los cuerpos? — ¿Por qué se hincha la madera cuando se moja?

13. — ¿Qué se entiende por compresibilidad? — ¿Qué propiedad demuestra la compresibilidad? — ¿Cómo se demuestra la compresibilidad en los sólidos? — ¿Cómo se demuestra la compresibilidad en los líquidos? — ¿Son compresibles los gases? — ¿Qué juguetes se fundan en la compresibilidad de los gases? — ¿Cómo funciona el trabuco? — ¿Cómo se usa la cerbatana? — ¿Para qué sirve el freno neumático en los trenes? — ¿Cómo funcionan los fuelles? — ¿Qué es lo que se hace cuando se sopla con la boca?

LECCIÓN CUARTA

Propiedades generales de los cuerpos.

(Continuación.)

14. — La *elasticidad* es una propiedad correlativa de la compresibilidad, porque es en virtud de aquélla que recobran los cuerpos su forma natural cuando han dejado de sufrir las presiones que los habían modificado. Un cuerpo es tanto más elástico cuanto recobra con más facilidad y más violentamente su forma primitiva. La prueba más común de la elasticidad se tiene en las ligas ó cintas de goma que tienen hoy tantas aplicaciones, pues se ve que recobran su forma natural luego que se deja de atirantarlas ó estirarlas. Las pelotas que son tan familiares á los niños, botan en virtud de la elasticidad del aire si son huecas, y si sólidas, como una masa de goma, en virtud de la elasticidad de la materia misma.

Demostración. — La elasticidad como la compresibilidad es variable, según que se le considere en los sólidos, los líquidos ó los gases. Vamos á buscar ejemplos en cada uno de los tres estados expresados.

La elasticidad en los sólidos puede reconocer tres causas según la fuerza que la solicita, y así estudiaremos aquellos fenómenos que son causados por compresión y tensión, por torsión ó flexión, fenómenos todos fáciles de comprender por los niños, y que no faltan juguetes ó aparatos que lo demuestren.

La elasticidad por compresión se demuestra con el bote de las pelotas, el de las *canicas* ó esferas de cristal que pueden dejarse caer sobre un ladrillo y se ve que *rebotan* más ó menos alto. Una bolita de marfil que se deja caer sobre una pizarra bota por la elasticidad de su masa. Una bola de barro húmeda se aplasta, porque no tiene la consistencia bastante para que accione la elasti-

cidad de la arcilla que es poco elástica : si la bola de barro se seca al sol, se estrella al caer porque no hay uniformidad en la elasticidad de la masa y el choque comprime unos puntos y otros no, y al reaccionar los comprimidos se separan del resto ; pero si está bien cocida al fuego, la esferita de arcilla puede rebotar si el choque no es muy fuerte, porque ya hay más cohesión y uniformidad en las moléculas de la masa. Los aros de barril ruedan saltando porque son muy elásticos.

La elasticidad por torsión se puede demostrar con una cuerda fija en un extremo en una parte alta y en el otro suspender una pesa ó cualquier otro objeto, se tuerce luego la cuerda en el sentido de su torsión natural y se ve que se acorta mientras más se tuerce, y si se le abandona se nota que se destuerce con más ó menos violencia, advirtiéndose que en virtud de la velocidad adquirida sigue destorciéndose al grado de verificar una torsión en sentido inverso, y así sucesivamente está torciéndose y destorciéndose hasta que recupera su estado primitivo. Muchos juguetes de movimiento se fundan en aplicaciones de resortes, alambres ó cuerdas que se tuercen anticipadamente para ponerse en movimiento por la destorsión de sus hilos.

La elasticidad por flexión es también fácil de demostrar con una vara de ballena ó una varilla de acero, si se fija por un extremo una de estas varillas y se le da un golpe en el otro, produce varias oscilaciones de va-y-ven antes de quedar en reposo.

Hay un objeto muy curioso llamado *lágrima batávica* que ofrece detalles de experimentación dignos de hacerse en las clases.

La lágrima batávica es fácil procurársela entre los trabajadores de chucherías de cristal, pues no es otra cosa que una gota de vidrio fundido que se deja caer en agua fría para que se solidifique instantáneamente. Ahora bien, la solidificación brusca de la materia cristalina forma como un verdadero resorte á la superficie de la lágrima que es la primera que se solidifica y contiene

aprisionado el resto de la masa cristalina en un estado molecular distinto del de la superficie.

Esta lágrima se puede golpear con un martillo en la parte gruesa y no se rompe, pero si se quiebra la colita inmediatamente estalla en pedazos la lágrima.

Es que en el rabito están como agrupados todos los extremos de ese resorte que se ensancha para formar la lágrima y una vez roto ese punto de unión de la materia, queda en libertad tan bruscamente el resto de la masa que la lágrima estalla. Es uno de los ejemplos físicos más curiosos de la elasticidad por tensión.

Es preciso hacer notar á los niños que la elasticidad de los cuerpos tiene un límite que es preciso respetar, pues de lo contrario se rompen. Así, se toma una vara de membrillo y se le encorva, pero si está ya algo seca se verá, que á cierto límite de curvatura se rompe : ese sería el límite de su elasticidad. En los vagones ó coches de pasajeros se puede ver en las rodadas unos resortes muy poderosos que hacen las veces de los muelles de nuestros carruajes y están destinados á impedir el golpe seco que pudiera transmitirse al coche y molestar á los pasajeros.

Estos pequeños detalles son importantes en la vida práctica y es el medio de ir enseñando á los niños que se fijen en todo y busquen el porqué de los fenómenos y de los datos que á ellos se refieren.

La elasticidad en los líquidos es algo difícil de demostrar, pero ésta está en consonancia con su poca compresibilidad como ya lo hemos visto. Sin embargo, en los días de lluvia es preciso hacer fijar la atención de los niños en las gotas de agua que al caer sobre el suelo ó sobre un estanque parece como que rebotan las gotitas y á veces están marcando el fenómeno que donde cae una gota gruesa saltan varias gotitas pequeñas que se forman al estrellarse la gota grande y rebotan las chiquitas.

La elasticidad de los gases es hasta cierto punto inseparable de su compresibilidad. Los globos de goma inflados de hidrógeno se pueden comprimir un poco, pero

luego toman su forma natural si se les deja de comprimir. El fenómeno es muy bello si se experimenta con burbujas de jabón y se les abandona cerca de una alfombra ó una tela de lana bien extendida sobre una mesa. Se ve que la burbuja toca la superficie como para descansar y bota luego como si fuera impelida por un ligero resorte. Esta experiencia es fácil de hacer para que los niños se diviertan, y si al mismo tiempo se hace ver que una pelota de goma, una canica de cristal y una burbuja de jabón botan por la elasticidad de la materia sólida ó del aire contenido en la pelota y la burbuja, la impresión es más segura y la lección no se olvida más.

Otro juguete muy conocido de los niños y que está fundado en la dilatación de los gases, es el *ludión* ó *diablillo de Descartes* (fig. 4), que los trabajadores de cristal construyen con facilidad. Este juguete consta de un globito de vidrio hueco, conteniendo un agujerito cerca del cuello, y lleva suspendido un diablillo ó un arlequín ó cualquier otra figura de cristal oscuro: este globito con el diablillo se introduce en una pequeña probeta ó vaso de vidrio alargado lleno de agua en sus cuatro quintos y cerrada la parte superior con una membrana de tripa ó de goma ó bien con una pelota de goma como la de las jeringas. Si se comprime la membrana

ó se aprieta la vejiga, se comprime el aire de la parte superior del bocal y esta presión se transmite al líquido y hace que entre una poca de agua al interior del globito que sostiene al *ludión*, el cual haciéndose ya más pesado que el agua, baja, pero si cesa la presión, el aire contenido en el interior del globo se dilata en virtud de su elasticidad, arroja el agua y se hace más ligero el aparato, tendiendo luego á subir el *ludión*.

15. — El calor es un agente físico muy poderoso que pone de manifiesto la propiedad que tienen los cuerpos



Fig. 4. — Ludión.

de dilatarse, es decir, de aumentar de volumen. Este aumento de volumen no significa aumento de *masa*, sino más bien aumento en las dimensiones de los espacios intermoleculares ó poros; y de aquí la dilatación.

El calor determina la dilatación de los cuerpos, y el frío produce el fenómeno contrario, su contracción ó disminución de volumen.

La dilatación, lo mismo que las propiedades anteriores, hay que estudiarla en los gases, en los líquidos y en los sólidos.

Demostración. — *Dilatación de los gases.* — La dilatibilidad de los gases, se les puede demostrar á los niños, llenando á distensión moderada una vejiga de borrego fresca y bien preparada, amarrando bien el cuello de esta vejiga: si se acerca luego cerca del fuego ó en la parte superior del tubo de una lámpara, se ve que va aumentando de volumen porque el aire contenido en su interior se dilata con el calor.

Un juguete muy conocido en las reuniones de familia con el nombre de *termómetro del amor* y fundado en el principio de un aparato de física llamado hervidor de Franklin, se funda en la dilatibilidad del aire por el simple calor de la mano. El aparato tiene la forma de un termómetro, pero su capacidad interior es siempre mayor. Está lleno de alcohol, y el tubo ó vástago que se halla en comunicación con la esfera ó receptáculo, baja casi hasta el fondo de la esfera: es pues un tubo de vidrio casi afilado en punta de lápiz por un extremo que es el que penetra en una esfera hueca llena en parte de alcohol. Al tomarse con la mano ocultando la esfera en la palma, el aire contenido en la parte superior de la esfera se dilata y rechaza el alcohol hacia el tubo, pasando luego una parte del aire en forma de burbujas que hacen la ilusión de que hierve el líquido. Es un juguete muy ingenioso y muy divertido.

La dilatación de los líquidos por la acción del calor es de experiencia diaria; pero si se toma un tubo de ensaye y se coloca un poco de agua, poniendo una señalita hasta

el nivel que tenga y luego se le acerca á la llama de una lámpara de alcohol estando la ebullición violenta, se ve que aumenta de volumen pasando un poco de la señalita.

En los sólidos la acción del calor es muy sensible. En los establecimientos que haya aparatos de física y entre ellos el anillo de Gravesande y la barra fija á la aguja para demostrar la dilatación lineal y cúbica de los sólidos, la demostración le es muy fácil al profesor.

El anillo de Gravesande es fácil construirlo : se busca una bala de plomo de tres cuartos ó media onza y se le fija una armellita chica á la cual se le conecta una cadenita, luego se busca alambre de cobre grueso y se hace un anillo por el cual pasa bien la bola á la temperatura ordinaria : el anillo tendrá su mango como las pinzas de fumar hechas de alambre, pudiendo servir éstas, pero procurando que llene la condición de que no sea ni más amplia ni más estrecha que la esferita de plomo. Se calienta ésta en una lámpara de alcohol y luego se trata de hacerla pasar por el anillo; pero como se ha dilatado, ya no pasa hasta que se enfría.

En la dilatación del fierro por el calor y su contracción por el frío se funda el enyantado de las ruedas, pues se calienta fuertemente, al rojo blanco, la yanta y cuando está bien dilatada se arma en la rueda, sucediendo que al enfriarse se contrae y aprieta bien todas las piezas de la rueda.

Si se fija la atención en los rieles de un camino de fierro se verá que sus juntas nunca se tocan, pues se calcula el máximo de dilatación por el calor para dejar ese espacio y permitir que al aumentar de longitud por la temperatura no se hagan arco y descompongan el camino. Los albañiles que no saben por experiencia esta propiedad construyen mal las hornillas de los braseros, pues dejan las parrillas ajustadas y esto hace que con el fuego se calienten y boten las piedras y los ajustes. Es preciso pues dejar holgadas las parrillas para que al dilatarse con el calor tengan espacio en donde alojarse sin ocasionar desperfectos en la construcción.

Á la dilatación desigual de las paredes de un vaso, se debe su ruptura cuando teniendo en parte agua fría se vierte en él agua muy caliente. También á la dilatación desigual de las paredes del cristal de las bombillas en los aparatos de luz se debe su ruptura cuando las hiere una corriente de aire muy frío.

CUESTIONARIO

14. ¿Qué se entiende por elasticidad y cuáles son los fenómenos más comunes debidos á esta propiedad? — 15. ¿Qué se entiende por dilatabilidad de los cuerpos y cuáles son los fenómenos más comunes debidos á esta propiedad?

RESUMEN

14. — La *elasticidad* es la propiedad de los cuerpos en virtud de la cual recuperan su forma natural cuando deja de obrar sobre ellos la fuerza que en cualquier sentido los había modificado temporalmente.

La elasticidad siendo una propiedad general, se deduce de aquí que todos los cuerpos sean elásticos, pero los gases lo son más que los sólidos y los sólidos lo son más que los líquidos.

La elasticidad se desarrolla en los cuerpos sólidos por compresión y tensión, por torsión ó por flexión. Muchos juguetes curiosos están fundados en la elasticidad de resortes, cuerdas, etc., que ponen en movimiento un mecanismo sencillo y determina los movimientos automáticos de muñecos, animales, construcciones, etc., de más ó menos ingenio. Todos los juguetes que tienen resortes en su mecanismo se fundan en la elasticidad del resorte que pone en movimiento el juguete. Tales son, por ejemplo, los animales que corren debido á un resorte que se les enrolla por medio de una llave y luego al soltarlos se va desenrollando el resorte, y el juguete comienza á moverse.

La elasticidad en los gases es una consecuencia natural de su compresibilidad. Ejemplos : el trabuco ó la cerbatana, las pistolas de viento, etc. El aire ó el gas comprimido tiene tanta mayor fuerza de elasticidad al recuperar su volumen primitivo, cuanto mayor ha sido la fuerza de compresión que ha obrado sobre ellos.

15. — La *dilatabilidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de adquirir un mayor volumen debido á la acción de agentes que favorecen la separación de sus moléculas sin producir la desagregación de la masa.

El calor es el agente más conocido en la dilatación de los cuerpos. Así por ejemplo, por la acción del calor se ve dilatarse una barra de hierro y en esto se funda el que los rieles de los ferrocarriles no se toquen, para que en los climas cálidos, la dilatación que se verifica en ellos por el calor no descomponga la vía. Los líquidos también aumentan de volumen por el calor, pero muy especialmente es sensible el aumento de volumen ó dilatación en los gases.

Cuestionario especial para los niños.

14. — ¿Qué propiedad se utiliza en los resortes, las ligas de resorte, etc.? — ¿Por qué bota una pelota? — ¿Por qué rebota una canica ó una bolita de cristal? — ¿Por qué se aplasta una bola de barro? — ¿Por qué ruedan saltando los aros de barril y no saltan los de madera con que juegan los niños? — ¿Por qué muchos juguetes se mueven con un resorte torcido abandonándolo á que se destuerza? — ¿Por qué se dispara una flecha? — ¿Qué cosa es un arco? — ¿Qué es una lágrima batávica? — ¿Por qué bota una burbuja de jabón al tocar el suelo? — ¿Qué clase de juguete es el ludión ó diablillo de Descartes?

15. — ¿Qué efectos produce el calor en los cuerpos? — ¿Por qué aumentan de volumen los cuerpos con el calor? — ¿Y el frío, que es la ausencia de calor, qué efecto produce en los cuerpos? — ¿Cómo se demuestra la dilatación en los gases? — ¿Qué clase de juguete es el *termómetro del amor*? — ¿Cómo se demuestra la dilatación en los líquidos? — ¿Cómo se demuestra la dilatación en los sólidos? — ¿Por qué se rompe un vaso que tiene agua fría si se le pone agua muy caliente? — ¿Por qué se rompen las bombillas de los aparatos cuando las hiere una corriente de aire frío?

LECCIÓN QUINTA

Movilidad é inercia.

16. — La *movilidad* es la aptitud de la materia para ser puesta en movimiento cuando obra sobre ella una fuerza cualquiera. El *movimiento* no es más que el estado

de un cuerpo que cambia de lugar. Cuando tomamos una silla para llevarla á otro lugar, la cambiamos de sitio, y lo mismo es que lo hagamos llevándola en la mano que aventándola, el fenómeno en sí no varía, y con esto queremos demostrar que todos los cuerpos son susceptibles de ser movidos, de cambiar de lugar. Cuando transportamos la silla de un sitio á otro, la silla no se mueve sino nosotros, pero siempre ha cambiado de lugar, en este caso la silla está inmóvil en nuestras manos; es el reposo relativo de muchos cuerpos que parece que no se mueven y sin embargo están en movimiento: fijese la atención en las personas que son transportadas por un tren y que van hasta dormidas, en un reposo relativo.

El reposo es pues el estado de un cuerpo que parece privado de movimiento. Pero aun es más extensa esta inaptitud, pues se refiere también á la imposibilidad de modificar su movimiento en ningún sentido que no sea el de sujetarse á las leyes de la *dinámica* general y especial.

Estudiaremos separadamente cada una de estas propiedades para mayor claridad en las demostraciones.

Movilidad. — Hemos dicho que la movilidad se despierta en los cuerpos siempre que una fuerza actúa sobre ellos.

Pero cuando un cuerpo ha sido solicitado por una fuerza y está en contacto con otros cuerpos de la misma especie, puede transmitirles la impulsión recibida observándose en este caso los fenómenos que vamos á enunciar.

Si se colocan en una ranura practicada en una tabla y que pueda alojar algunas canicas de cristal ó bolitas de mármol en número de 12 por lo menos y se toma una bolita de uno de los extremos lanzándola sobre la columna formada por las bolitas, cada bolita va comunicando el impulso recibido á su vecina y queda en reposo, sucediendo que la última bolita, que no tiene ya otra á la cual pueda comunicar el movimiento, es

la que se separa de la fila. En esta experiencia hay que fijar bien la atención en una circunstancia, y es que la transmisión del movimiento de una bola á otra no es instantánea, pues tarda unos segundos en verificarse el fenómeno.

Para mayor claridad en la apreciación del fenómeno, supongamos que se trata de una tracción entre bolitas engarzadas por resortes y que suspendidas por un extremo, se ejecuta una tracción lenta y sostenida en el otro. Se notará que no se desenrollan todos los resortes á la vez, sino que el movimiento de tracción lo comunica la primera bolita á la segunda y ésta comunica el movimiento á la tercera y se restira el resorte que las une, y así sucesivamente hasta llegar el movimiento á la esferita superior. Este juguete es fácil de construir, y los profesores deben proveerse de él, porque sirve de base para explicaciones ulteriores.

Quando se trata de levantar un peso con un cáñamo muy débil, se nota este curioso fenómeno: si se va levantando muy poco á poco, al grado de parecer que se revienta el hilo, puede lograrse el levantar el peso, pero si se estira bruscamente, se revienta la hebra sin moverlo siquiera, ¿por qué? Porque lentamente transmitido el impulso, todas las partes del cáñamo resisten su peso en proporción, mientras que al querer levantarlo bruscamente, el movimiento repartido desigualmente en el cáñamo, verifica por falta de resistencia una ruptura en cualquier punto. Más adelante veremos este mismo fenómeno variado en su manifestación y explicación.

Siempre que se vea un cuerpo en movimiento, es porque hay una causa que la produce, es decir, una fuerza. El calor, la electricidad, el aire en movimiento, en los seres organizados la fuerza vital, son los que determinan la actividad de todos los seres en la naturaleza.

Veamos otras experiencias curiosas relativas á la fuerza que tiene una corriente de aire.

Se toman dos copas grandes, como las que se usan para

el vino, y se colocan una frente á otra con una pulgada á lo más de separación, se introduce un huevo pequeño de gallina en la copa que esté delante del experimentador, y si éste sabe soplar y tiene buenos pulmones, puede hacer saltar el huevo de una copa á otra por la sola impulsión del aire. Á los niños se les puede ejercitar en esta experiencia con pelotas de goma ó cascarones (fig. 5.)



Fig. 5. — Acción de una corriente de aire dotada de un movimiento rápido.

Otra experiencia más curiosa todavía consiste en apagar una vela soplando tras de una botella, es decir, que se coloca una botella delante de una vela encendida y se sopla sobre la botella en dirección de la llama. El aire se divide en las paredes de la botella, pero en el punto en donde se reúnen de nuevo las dos corrientes, está la llama de la vela y la apagan (fig. 6).

Inercia. — Veamos ahora una serie de experiencias fundadas en la inercia de la materia.

Repetiremos bajo otra forma la experiencia de las bolitas de que hablamos al principio. Ahora la haremos con monedas (con pesos ó con centavos). Se coloca una hilera de centavos en la superficie de la mesa tocándose por un punto de su circunferencia unos con otros. Si se arroja una moneda á cierta distancia para



Fig. 6. — Modo de apagar una bujía colocada detrás de una botella.

que choque con la primera de la fila, se notará que las monedas no se separan, salvo la última que se aleja como si ésta fuera la que hubiese recibido el choque directamente (*fig. 7*).

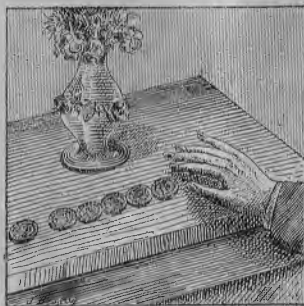


Fig. 7. — Experimento para probar la transmisión de un choque por efecto de la elasticidad.

En el juego de billar se obtienen objetos bellísimos en las bolas, debidos todos á varias propiedades que se ponen en actividad, la inercia, la movilidad, la elasticidad, la transformación de los movimientos, etc.

Con frecuencia se ve que una bala de pistola al atravesar un vidrio produce sólo un agujero por donde pasa la bala y no estrellá el cristal : una piedra lo estrellá en mil pedazos. Esto se explica por la violencia de la acción de un cuerpo sobre otro : la bala obra tan rápidamente sobre las moléculas del cristal que, en virtud del movimiento de proyección que lleva, sólo separa del resto de la masa del vidrio aquellas que le oponen un obstáculo á su paso, y como esas moléculas no tienen tiempo de comunicar su desequilibrio á las vecinas, de aquí que sólo se haga un agujero muy pequeño y que causa admiración por la idea que se tiene de la fuerza con que va animada una bala.

Es todavía de más admiración el fenómeno que se nota cuando se dispara una escopeta cargada con una vela de sebo y se perfora con ella una tabla, no muy gruesa por supuesto, pero lo que impresiona es que la vela, en lugar de aplastarse, perfora un cuerpo duro como puede hacerlo una bala. Esto se explica también por la inercia y el movimiento de que va animada la vela, es decir, la fuerza que le ha comunicado la pólvora : su masa no tiene tiempo de aplastarse, y la fuerza de que va animada, es

bastante para separar las moléculas de la madera y perforarla.

La experiencia más curiosa relativa á la inercia es la que vamos á describir (*fig. 8*).

Se toma un palo de los que sirven para las escobas,



Fig. 8. — Experimento de un bastón roto encima de dos vasos.

llamados de mano, ó una caña de otate como de vara y media de longitud : se le pone en cada punta unas agujas como las que usan las señoras para hilvanar ó coser manta gruesa, y estas agujas sirven como de ejes al otate. Se buscan luego dos copas ó vasos y se sientan éstos en el asiento de dos sillas, una enfrente de otra, colocándose el palo sobre las copas, pero lo que descansa sobre éstas son las agujas. En seguida se toma un bastón muy fuerte, un mango de azadón es lo mejor, ó bien una espada de munición, y se descarga sobre el centro del otate un golpe seco y fuerte, lo más fuerte y rápido que se pueda. El otate se rompe en dos mitades, quedando intactas las agujas y los vasos. En virtud de la inercia, el choque es bastante para romper el otate en el punto

recibido, pero la rapidez con que se ejecuta impide que se transmita á los extremos y cause la ruptura de piezas tan delicadas como las agujas y las copas. Cuando se quiera

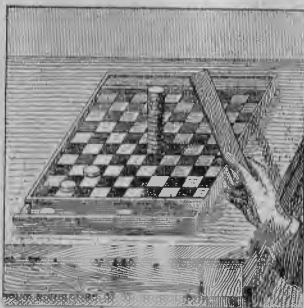


Fig. 9. — Manera de hacer salir una ficha de damas estando todas tocando una pila, sin que ésta se deshaga.

romper el tallo de una planta flexible, el golpe brusco dado transversalmente en el punto que se le quiera romper, es más seguro que el ejercer fuerzas sobre ella doblándola, pues la elasticidad se opone á la ruptura, en tanto que la inercia la favorece, según ya hemos visto.

Si se colocan unas monedas de plata ó de cobre unas sobre otras, y se da un golpe brusco con un cuchillo sobre la última que sostiene á todas, se salta ó saca ésta de la pila sin que las demás se caigan. Esto es debido á que el movimiento es rápido y no se comunica al resto de las monedas y en virtud de la inercia al salir la que servía de sostén, cae toda la pila sobre el plano de la mesa sin desequilibrarse.

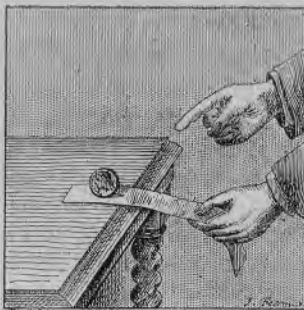


Fig. 10. — Experiencia fundada en la inercia.

Esta experiencia puede hacerse con las fichas del juego de damas (fig. 9). La experiencia anterior se puede variar tomando una carta de baraja que se pone á la orilla de la mesa, dejando más de la mitad fuera del borde, y sobre la parte que toca á la mesa se coloca la pila de monedas ó una copa con agua ; si se da un golpe

á la carta, rápido como si se tratase de dar un manazo con el pulpejo de los dedos, la carta salta fuera de la mesa sin que se note movimiento en las monedas.

Otro fenómeno de esta experiencia consiste en tomar una tira de papel y colocar un extremo sobre una mesa cerca del borde, y tratar de equilibrar un peso (moneda) puesto de canto sobre el papel, la extremidad libre del papel se tiene con la mano izquierda y con la derecha se le da un golpe muy rápido, haciéndolo salir de la mesa sin mover la moneda (fig. 10).

Uno de los juguetes más curiosos entre las manos de los niños, fundados en el principio de la inercia, es el conocido con el nombre de *el emigrante* (fig. 11). Este está formado por dos discos de madera unidos por un



Fig. 11. — El emigrante.

eje y quedando un espacio entre los discos suficiente para que pueda circular con libertad un cordón del grueso común sujeto en el eje. La longitud de la cuerda no debe pasar de un metro ni menos de 80 centímetros, la extremidad libre forma una asa que se coloca en el dedo medio. Se enrolla la cuerda y luego se deja caer con suavidad el juguete, que al desarrollarse adquiere velocidad que se

transforma en un movimiento contrario al terminar, pues el juguete asciende enrollándose solo, y luego desciende y vuelve á ascender, lo cual es un bonito entretenimiento para los niños y los ejercita además en cierta destreza que es lo que exige este juguete para saberlo manejar. Por la inercia se explica el chasquido que producen los chicotes, pues la velocidad que se le imprime á la cuerda llega á su mayor intensidad en el extremo y como en ese momento hay un movimiento en contrario que la detiene, al volver sobre sí misma choca con una parte de la misma cuerda y produce el chasquido, que es la explosión del movimiento transformado ó detenido.

Los hércules de circo causan grande asombro rompiendo á puñetazos sobre una plancha de fierro piedras muy duras. Veamos en qué consiste esta maña fundada en la inercia. Si se opera sobre un yunque ó sobre una



Fig. 12. -- Titiritero rompiendo una piedra á puñetazos.

plancha de fierro ochavada es mejor el éxito porque se pueden romper las piedras más grandes y más duras, experiencia que hemos practicado personalmente y vamos

á dar las reglas precisas para no lastimarse las manos (fig. 12).

Se envuelve la mano derecha bien apretada pero de manera de cerrar bien el puño con un pañuelo de lino ó una mascada de seda para que se vea la forma completa del puño. Se tiene delante un yunque ó una pesa de romana de pedal, la pesa más grande posible. Se toma con la mano izquierda un guijarro algo más grande que el puño de la mano procurando que sea de forma ovoidea y algo aplanado, se levanta á la altura de la cabeza el puño derecho y se descarga con fuerza sobre la piedra, pero en el momento de pegar á la piedra está todo el secreto de la suerte y sobre todo de evitar una lastimada cruel. La piedra estará distante de uno de los bordes de la pesa como unas dos pulgadas, y al caer la mano sobre ella debe llevarla ya como formando cuerpo con el puño, de manera que *no sea el puño el que descarga sobre el yunque, sino la piedra misma, animada en virtud de su inercia de la velocidad que lleva el puño.*

Como la piedra pega sobre el borde del yunque ó la pesa, se rompe en pedazos. Como se ve, es cuestión de mucha destreza para hacer bien este juego, y los que quieran practicarlo deben comenzar poco á poco sin descargar fuertes puñetazos hasta que sepan coordinar el movimiento del puño con la distancia inapreciable de la piedra respecto del yunque.

CUESTIONARIO

16. ¿Qué se entiende por *movilidad* en los cuerpos, y qué por *inercia*? — Explíquese cada una de estas propiedades por medio de fenómenos que les correspondan.

RESUMEN

16. — El *movimiento* es la manifestación de una propiedad general de la materia que es la *movilidad*, y ésta consiste en la disposición á ser trasladados los cuerpos de un lugar á otro cuando obra sobre ellos una fuerza capaz de hacerlos cambiar de sitio.

La *inercia*, ó sea la quietud de los cuerpos, no es una propiedad de la materia sino un estado relativo, cuando se compara un cuerpo que no se mueve con otro que esté en movimiento (1).

Hay que distinguir la movilidad absoluta de la relativa.

La primera sería el estado de un cuerpo que se estuviese moviendo siempre con relación á otro cuerpo que estuviese siempre quieto.

La movilidad relativa nos la ofrece un cuerpo que pasa alternativamente del reposo al movimiento. Pongamos algunos ejemplos: un carruaje se mueve cuando tiran de él los caballos, si éstos se paran se para el carruaje, pero la quietud del carruaje es relativa porque se mueve con la tierra que gira al rededor del sol. Todos los cuerpos que nos parecen en reposo, se mueven con la tierra, como se mueve la hoja seca arrastrada por las aguas de un río.

Todo cuerpo para entrar en movimiento es solicitado por una fuerza que lo *impela*, es decir, que lo mueve. Si tomamos una silla para cambiarla de un lugar á otro, hacemos un esfuerzo para cambiarla de lugar.

Lo que importa apreciar en el estudio de estas propiedades es que los cuerpos no se mueven por sí mismos, sino cuando hay una energía que los pone en movimiento, pero al cesar esa energía entran en reposo relativo, porque siguen moviéndose con la tierra en el espacio. Esto quiere decir que en la naturaleza nada está en reposo, todo se mueve, porque el movimiento es la vida, es la actividad, es la armonía, en todos los seres del Universo.

Como el movimiento es debido á la acción de una fuerza sobre un cuerpo, esta fuerza puede transformarse en calor ó en otra fuerza distinta. Que se transforma en calor, se comprueba por el choque ó el frotamiento que calienta el cuerpo frotado ó contundido, y que se transforma en otros movimientos, se comprueba con los efectos que se dan á las bolas en el juego de billar.

Cuestionario para los niños.

16. — ¿Qué es el movimiento en un cuerpo? — ¿Qué es el reposo en un cuerpo? — ¿Por qué se puede levantar lentamente un peso cual-

(1) El estudio de la movilidad y de la inercia debe hacerse, no de memoria ni por definiciones, sino con ejemplos, para que así se pueda apreciar esta propiedad que es algo difícil de comprender.

quiera con un hilo relativamente débil, y se ve que el hilo se rompe sin mover el peso si se tira bruscamente? — ¿Se puede apagar una vela tras de una botella? — ¿Con qué experiencias se demuestra la inercia? — ¿En qué propiedades de la materia se funda el juego de billar? — ¿Se puede perforar una tabla disparando sobre ella una vela de sebo? — ¿Por qué? — ¿Cuál es la experiencia más curiosa relativa á la inercia? — ¿Qué clase de juguete es el emigrante? — ¿Por qué truena la punta de un chicote? — ¿Cómo se llama ese ruido especial que produce el chicote?

LECCIÓN SEXTA

De las propiedades particulares de los cuerpos.
Dureza, fragilidad, tenacidad, ductilidad, maleabilidad, transparencia, translucidez, opacidad.

17. — Las propiedades particulares de los cuerpos son las manifestaciones excepcionales que algunos de ellos ofrecen, debido á condiciones especiales en la constitución de su masa, y cuyas propiedades sólo se observan en los cuerpos que llenen las condiciones requeridas.

18. — Las propiedades particulares de los cuerpos sólidos de que vamos á ocuparnos, son: la *dureza*, la *fragilidad*, la *tenacidad*, la *ductilidad*, la *maleabilidad*, la *transparencia*, la *translucidez*, y la *opacidad* entre los sólidos; la *capilaridad* entre los líquidos, y la *densidad* que podemos considerar como propiedad general, con detalles particulares, según que se considera en los sólidos, en los líquidos ó en los gases.

19. — La *dureza* es una propiedad particular de los cuerpos, y la primera condición para estudiar la dureza es que sean sólidos.

Son *duros* los cuerpos que no se rompen con facilidad por el choque ó la compresión, y también si no se dejan rayar fácilmente por la navaja, es decir, por un cuerpo cortante.

Definiremos pues la dureza, diciendo que «es la resistencia que oponen los cuerpos sólidos para dejar separar

sus moléculas por una violencia ejercida sobre su masa ».

Aun se puede dar una definición más científica, pero es preciso entrar en las consideraciones siguientes. El diamante es el cuerpo más duro que hay entre los cuerpos sólidos y es el que sirve de modelo para estimar la dureza de los demás cuerpos; pero la manera de calarlos por medio del diamante no es por el choque sino por la rayadura: el diamante raya á todos los cuerpos y ninguno lo raya á él. Bien conocido es el instrumento usado para cortar el vidrio, y que no es sino una punta de diamante montada en un punzón de acero. Pero el diamante es frágil al choque, pues un martillazo hace pedazos una piedra de diamante. Hay por el contrario cuerpos duros que resisten á la percusión, que no se rompen de un martillazo y se pueden rayar con el filo de una navaja. Hay otros que con la percusión producen chispas, lo que sucede con el eslabón y el pedernal, ¿por qué se producen las chispas? porque el golpe y frotamiento del eslabón sobre el filo de la piedra, produce la separación no de partículas de pedernal, sino de fragmentos muy finos de fierro ó acero, que se inflaman porque el choque y el frotamiento desarrollan bastante calor para incenciarlas. Esto se observa también en los empedrados cuando pasa un caballo herrado corriendo: la herradura hace el mismo efecto que el eslabón sobre las piedras y produce chispas.

Definiremos ahora la dureza, diciendo « que es la resistencia que oponen los cuerpos á ser rayados ó desgastados por otros ó á ser penetrados por un instrumento cortante ».

Si el profesor puede tener á la vista de los niños unos ejemplares de talco laminar, yeso natural, kaolín, arcilla plástica, cuarzo ó chichicles, un topacio ó un diamante, llamará la atención de los niños sobre la consistencia ó dureza de esos cuerpos, y si toma varias piedras ó guijarros de distintas clases, puede hacer experiencias de resistencia de dichos cuerpos golpeándolos con un martillo, pero es preciso que procure inculcar á los niños la idea de que la dureza de los cuerpos se estima científica-

mente por la resistencia que oponen á ser rayados unos por otros. Los cuerpos que no se dejan rayar con una navaja son más duros que los que se dejan rayar, y éstos son más duros que los que se dejan cortar enteramente. El fierro raya y rompe á la piedra, luego es más duro que ésta.

20. — Son cuerpos *blandos* aquellos que no oponen resistencia á la percusión ó rayadura para efectuar una separación de sus moléculas. La cera blanca y la cera campeche, el sebo, la arcilla, y otros muchos cuerpos son blandos. Un terrón de azúcar es poroso y por la presión ó el choque se *desmorona*. En la cera, en el queso seco, el cuchillo produce con facilidad la separación de sus moléculas: se tajan con facilidad.

Una varita de cristal, un vidrio, una figura de porcelana, se rompen en pedazos con el más ligero choque, y aunque se clasifican como duras, tienen la propiedad de ser frágiles. El acero templado es muy duro y sin embargo se puede romper con facilidad porque es frágil, lo mismo sucede con el fierro colado, el fierro vaciado en moldes, que es muy frágil.

Si se logra hacer apreciar á los niños la diferencia que hay entre el fierro forjado y el fierro colado, se puede darles una explicación de lo que es la *fragilidad* en los cuerpos, sin embargo de que científicamente es una propiedad superior al alcance de su inteligencia. Pero sí se les debe explicar que una barra forjada que se pone al fuego y se modela á martillazos, puede resistir los choques porque precisamente á fuerza de golpes se condensaron sus moléculas. Pero el fierro colado, como se le llama comunmente, proviene de la fundición del metal y vaciado luego en los moldes en donde se enfría quedando su masa algo porosa y por lo mismo con una desigualdad de resistencia para las violencias que pueda recibir. La fragilidad es pues un estado molecular particular de los cuerpos duros que no les da resistencia para soportar los choques bruscos, sin embargo de tener resistencia para soportar grandes pesos.

21. — La *tenacidad* es la propiedad de los minerales para resistir á los choques ó percusiones que tienden á dividirlos en fragmentos.

Se puede observar experimentalmente que la tenacidad está en razón inversa de la dureza, pues los cuerpos blandos son más tenaces que los duros, en tanto que hay muchos cuerpos duros que son muy frágiles.

En los pedernales, por ejemplo, se encuentran reunidas estas dos propiedades, son duros y tenaces.

La tenacidad en los minerales, varía según su volumen, su elasticidad y su estructura. La estructura es la más ostensible : los minerales muy compactos son frágiles en comparación de los que tienen una estructura laminar, y los más tenaces son los de estructura fibrosa.

La tenacidad en muchos minerales industriales se aprecia de la manera siguiente. se reducen en el laminador ó la hilera á hilos de un grueso determinado, es decir, que se obtienen con los principales metales, como el oro, la plata, el cobre, el hierro, el platino, etc., alambres de un diámetro igual. Se fijan estos alambres, cortados á igual longitud, por un extremo, y en el otro se coloca, en un ganchito que se hace en el mismo alambre, el platillo de una balanza, y en éste se colocan pesos hasta que se rompe el alambre. La diferencia de pesos que resiste cada alambre es el límite de su tenacidad. El hierro es el más tenaz de todos.

22. — La *ductilidad* es otra propiedad particular de los minerales, y sólo la poseen aquellos que se dejan reducir á hilos ó alambres por medio del aparato mecánico llamado hilera.

Este aparato es conocido en las sombrererías en donde trabajan el hilo de plata y oro para la fabricación de galones y otros materiales de tiraduría. Los metales más dúctiles son el platino, la plata, el cobre, el hierro y el oro. Los metales que carecen de esta propiedad se les llama *agrios*.

Un metal agrio quiere decir que no es dúctil, esto es, que no se pueden hacer con él alambritos finos.

23. — La *maleabilidad* es una propiedad semejante en cierto sentido á la ductilidad, pues consiste en la facilidad con que se dejan aplastar ó laminar algunas sustancias metálicas. Aquí el laminador es un aparato que extiende en láminas más ó menos delgadas las sustancias minerales. Cuando se golpea una bala de plomo para aplanarla formando un disco, se aprovecha su maleabilidad. El fierro que forja el herrero en diversos sentidos, utiliza la maleabilidad de este metal, propiedad que se hace más sensible por medio del fuego.

Los metales más maleables son los siguientes : plomo, estaño, oro, plata, platino, zinc, cobre y hierro.

Hay que distinguir la manera de tratar los metales para saber su grado de maleabilidad, pues el hierro y el platino son maleables igualmente al laminador ó al martillo, pero no así el oro, que es el más maleable al laminador, y el plomo que es el más maleable el martillo.

24. — La *transparencia* es una propiedad óptica que presentan aquellos cuerpos que dejan pasar por su masa los rayos luminosos y se pueden distinguir todos los detalles de los objetos vistos al través de su masa.

Los cuerpos transparentes se llaman *diáfanos*, y el mejor ejemplo de ellos es el vidrio que se utiliza para las ventanas de las habitaciones.

Hay que advertir que si el espesor del vidrio fuese muy grande, ya no sería transparente sino *transluciente*.

El aire es el más transparente de todos los cuerpos, pues aunque el espesor de la atmósfera se calcula en unos 100 kilómetros, se distinguen perfectamente todas las estrellas, y podemos apreciar á largas distancias muchos detalles en la configuración de la superficie de la tierra, como las montañas, caminos, bosques, etc.

Así pues, como cuerpos diáfanos podemos citar en primera línea el aire, el agua, siempre que no sea una gran masa la que se observa, pero en un plato de los llamados soperos, si se coloca en el fondo una moneda, se distingue en todos sus detalles. El cristal, el vidrio, el papel llamado de calca, ó el de china llamado también de seda,

dejan ver bien los objetos, pero es preciso que los papeles estén aplicados directamente al objeto que se trata de transparentar.

25. — La *translucidez* es la propiedad que tienen algunos cuerpos de dejar pasar la luz, pero sin que se pueda distinguir al través de su masa ningún detalle de los objetos.

El vidrio despulido ó apagado, el cristal cuajado, como se le llama también y que tanto se usa en guardabrisas, para amortiguar la luz directa de las lámparas, son ejemplos muy comunes de cuerpos *translúcidos*. El papel, las láminas de cuerno, de carey y otros muchos cuerpos que dejan ver la luz sin distinguir la flama ó cuerpo luminoso, son *translúcidos*.

26. — La *opacidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de no dejar pasar por su masa los rayos luminosos.

Un cuerpo *opaco* no deja pasar nada de luz. Una puerta de madera es opaca, porque al cerrarse, si es en pleno día, ya no deja pasar nada de luz.

Las experiencias sobre transparencia, translucidez y opacidad son tan sencillas, que con un vidrio, una hoja de papel y una tabla, se tienen los tipos de cuerpos transparentes, translúcidos y opacos, cuya diferencia no olvidan jamás los niños.

Mas como estas experiencias de óptica son más agradables y causan más impresión de noche con la luz artificial, bueno será tener una clase especial, al oscurecer, con este objeto, ó bien cerrar todas las ventanas y puertas de la escuela, encender una lámpara y proceder á la explicación de los cuerpos diáfanos, translúcidos y opacos.

Para ampliar un poco más esta explicación y para hacer más ameno el estudio de estos fenómenos de óptica, vamos á indicar otros que, á la vez que instruyen á los niños, les dejan una grata impresión y van disponiendo su ánimo á la observación de los fenómenos naturales.

CUESTIONARIO

17. ¿Qué es lo que se entiende por propiedades particulares de los cuerpos? — 18. ¿Cuáles son las principales propiedades particulares de los cuerpos? — 19. ¿Qué clase de propiedad es la dureza? — 20. ¿Cuáles son los cuerpos que merecen el nombre de blandos? — 21. ¿Qué propiedad es la tenacidad? — 22. ¿Qué se entiende por ductilidad? — 23. ¿Qué clase de propiedad es la maleabilidad? — 24. ¿Qué cosa es la transparencia? — 25. ¿Qué propiedad es la translucidez? — 26. ¿Qué propiedad es la opacidad?

RESUMEN

17. — Se llaman propiedades particulares en los cuerpos, aquellas manifestaciones que dependen de su constitución física, del modo de estar conformados, ó de la manera como obran sobre su masa, ó sobre su superficie, algunos agentes físicos.

18. — Entre las propiedades particulares señalaremos la *dureza*, que es exclusiva á un grupo de cuerpos sólidos, porque no todos los cuerpos sólidos son duros.

19. — La *dureza* se define según los medios de investigación para demostrarla, y así decimos que son duros los cuerpos que oponen alguna resistencia á ser separados en sus moléculas por el corte ó el choque, ó á ser rayados por el diamante ó el acero. Esta propiedad admite algunos grados: duros, semi-duros, tiernos, blandos y muy blandos. El cuerpo más duro es el diamante, y el más blando puede ser la cera.

20. — Los cuerpos blandos son aquellos cuya masa no ofrece resistencia para ser separada en varios fragmentos por el corte, el choque ó la presión, como se puede verificar en la cera, el queso, el azúcar, etc. Son *frágiles* los cuerpos duros que por el choque se reducen á muchos fragmentos, como sucede con el cristal.

21. — La *tenacidad* es una propiedad particular, exclusiva á los metales, y consiste en que pueden resistir los choques ó percusiones que tienden á separarlos en fragmentos. Se puede decir, por regla general, que los cuerpos blandos son más tenaces que los cuerpos duros, lo cual se expresa diciendo que la tenacidad está en razón inversa de la dureza.

22. — La *ductilidad* es aquella propiedad en virtud de la cual hay algunos cuerpos que se dejan reducir á hilos ó alam-

bres muy finos por medio de un aparato llamado *hilera*. Los metales que no son dúctiles se llaman *agrios*.

23. — La *malleabilidad* es la propiedad que tienen algunos metales de dejarse laminar, es decir, que se estiran en cinta delgada en el laminador.

24. — La *transparencia* es una propiedad particular en virtud de la cual, los cuerpos que la poseen dejan pasar los rayos luminosos y permiten distinguir todos los cuerpos con todos sus detalles. Los cuerpos transparentes se llaman también *diáfanos*, y pueden servir de tipo el vidrio y el aire.

25. — Se llaman *translúcidos* los cuerpos que sólo dejan pasar la luz, como el cristal opaco de las guardabrisas que se usan en las lámparas.

Cuestionario para los niños.

17-18. — ¿Qué se entiende por propiedades particulares de los cuerpos? — ¿Cómo se define la dureza? — ¿Qué se entiende por cuerpos duros? — ¿Para qué sirve el instrumento llamado diamante? — ¿Por qué se producen chispas en el frote del eslabón contra la piedra? — ¿Por qué se desmorona un terrón de azúcar? — ¿Por qué se aplana un pedazo de cera? — ¿Por qué se rompe en pedazos por el choque una varita de cristal? — ¿Qué diferencia hay entre el fierro forjado y el colado? — ¿Con qué están construídas las rejas de las ventanas?

21. — ¿Qué es tenacidad? — ¿Cómo se estira la *escarèha* ó hilo de plata?

22. — ¿Qué es la ductilidad? — ¿Qué son metales *agrios*?

23. — ¿Qué cosa es la malleabilidad? — ¿Cuáles con los metales más malleables?

24. — ¿Qué cosa es la transparencia en un cuerpo? — ¿Cuáles son los cuerpos diáfanos? — ¿Por qué se ven las estrellas al través del aire?

25. — ¿Cuáles son los cuerpos translúcidos? — ¿Cuáles son los cuerpos opacos?

LECCIÓN SÉPTIMA

De la luz.

27. — La luz es el fluido ó agente físico que hace que podamos ver los objetos.

En la noche no distinguimos los objetos porque falta la luz para verlos.

28. — La principal fuente de luz en la naturaleza para que podamos ver los objetos, es la del sol. El sol, las estrellas, las lámparas de petróleo, las lámparas eléctricas, se les puede llamar *fuentes de luz*, *focos luminosos*, pero sin dejar de estimar como más importante el sol, que es para nosotros la fuente de luz por excelencia. ¿Qué sería de nosotros si ese astró se apagase, si no volviésemos á ver la luz del sol? Las consecuencias serían terribles, porque la vida se iría extinguiendo poco á poco de nuestro planeta.

La luz se propaga en línea recta, como luego lo veremos, y la luz del sol, cuyo astro está á 38 millones de leguas lejos de nosotros caminando á razón de 78,800 leguas métricas por segundo, tarda un poco más de 8 minutos en llegar hasta nosotros.

29. — La luz se propaga en línea recta, y para demostrarlo se coloca una vela delante de un pizarrón, se extiende una sábana sobre el pizarrón y luego se pone un peso ó una esfera chica entre la vela y el pizarrón, retirando ó acercando este cuerpo hasta que la sombra sea muy bien recortada en la superficie blanca de la sábana.

Esta experiencia prueba dos cosas: 1º. que la luz se propaga en línea recta, pues si no fuera así, no se dibujarían los contornos de un cuerpo tan correctamente en la sombra; 2º. que la *sombra* es debida á la imposibilidad de la luz para atravesar un cuerpo opaco.

Si se define la sombra explicando lo que pasa en la experiencia precedente, se puede decir que la sombra resulta de la interposición de un cuerpo opaco que detiene los rayos luminosos en toda la superficie que va hacia el foco luminoso y como por los bordes del cuerpo interpuesto se propagan los rayos luminosos en línea recta, si se tiene una pantalla á corta distancia como aquí el pizarrón, se ve que la parte iluminada dibuja el perfil del cuerpo que ha interceptado los rayos luminosos. La sombra no es una oscuridad especial ni menos la proyección oscura del cuerpo que intercepta los rayos, es el delineo oscuro for-

mado precisamente por los rayos luminosos que deja pasar el cuerpo opaco por los bordes de su masa.

30. — La parte menos oscura que rodea la sombra de un cuerpo que se halla entre una bujía ú otra fuente luminosa y una pared que sirva de pantalla ó el pizarrón que nos ha servido para las experiencias anteriores, se llama *penumbra*. Penumbra quiere decir simplemente cerca de la *sombra*. Esto es más notable cuando el cuerpo que produce la sombra se encuentra más cerca del foco luminoso que cuando está cerca de la pantalla : también se observa que la sombra de un cuerpo es más chica, del tamaño del cuerpo mismo, cuando está cerca del muro, pizarrón ú objeto en que se recibe, que cuando está cerca del foco luminoso.

Hagamos una experiencia en este sentido para lograr buscar la explicación de todos los fenómenos que se vayan observando. El método en la observación hace que los niños fijen sus ideas en todos los fenómenos y se vayan dando cuenta de ellos según la explicación que les corresponda.

Se coloca el pizarrón con su sábana encima para que en el fondo blanco se destaquen con más claridad las sombras. Á una distancia de tres ó cuatro varas se pone un aparato en una mesa y se le quitan las guardabrisas, dejándole sólo la bombilla, y se le da toda la luz sin que produzca humo la flama. Se toma un peso, ó se recorta una estrella de cartón y se colocan estos objetos, uno después de otros cerca del pizarrón á una distancia de una ó dos pulgadas y se hace que se note bien la sombra del objeto perfectamente recortada. Aquí se hace la explicación de que la sombra es debida á que los rayos luminosos que hieren la cara del peso ó la estrella que ve á la luz no pueden pasar por la masa de estos cuerpos que son opacos, y por lo mismo hay una oscuridad relativa detrás de ellos : he aquí el origen de la sombra. Luego se va alejando el peso ó el cartón de la pantalla y á medida que más se acerque al foco luminoso, irá aumentando la magnitud de la sombra hasta llenar entera-

mente el espacio del pizarrón. No es preciso llegar á ese extremo, basta con que la figura aumente cuatro ó cinco veces el tamaño natural para que se advierta perfectamente la penumbra, una faja de sombra más débil, pero en la cual se nota que hay luz difusa. Esto quiere decir que la transición de la sombra á la luz no es muy marcada sino cuando el objeto está cerca de la pantalla en donde se dibuja en sombra su forma.

Desde luego ¿por qué aumenta el tamaño de la sombra del objeto? Precisamente porque se propaga la luz en línea recta, y la demostración se hace á los niños pintando en el pizarrón figuras que demuestren este principio.

La bujía A. (*fig. 13*) emite sus rayos luminosos en

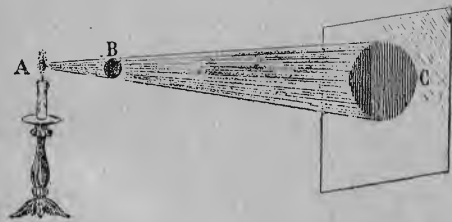


Fig. 13. — La moneda está cerca de la bujía.

línea recta, y si el cuerpo B. está cerca de la bujía, los rayos luminosos continúan en línea recta hasta el punto en que encuentran la pantalla, razón por lo que esta som-

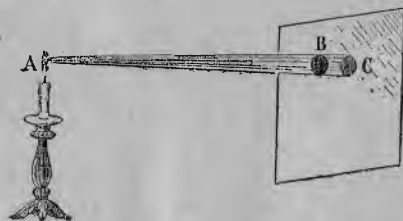


Fig. 14. — La moneda está cerca del pizarrón.

bra puede ser mayor ó menor según la distancia de la pantalla; pero si el cuerpo está cerca de la pantalla, su sombra no es mayor que su misma superficie (*fig. 14*).

Restáanos explicar la formación de la penumbra. Esta es la degradación de las tintas oscuras hasta la luz completa. Hay un punto en que toda la sombra es penumbra cuando el objeto está muy cerca de la fuente luminosa y la pantalla muy lejos. En este caso, el cuerpo opaco intercepta los rayos luminosos directos, pero la reflexión de los rayos luminosos en los cuerpos pulidos que hay en el cuarto, y sobre todo la reflexión de la luz en los muros, da luz bastante para que la sombra sea menos intensa, es decir, que la parte que debiera estar en sombra completa está á media luz ó á luz difusa por la luz reflejada. Pero en cierta distancia del objeto entre la pantalla y la bujía la penumbra es completa y da el efecto de las medias tintas en los dibujos al esfumino ó á las impresiones de claro oscuro. La penumbra es un fenómeno de refracción y depende de la dirección de los rayos luminosos, fenómenos que se explicará más tarde cuando hablemos de la penumbra en los eclipses.

Si se recortan en algunas láminas, cabezas especial-

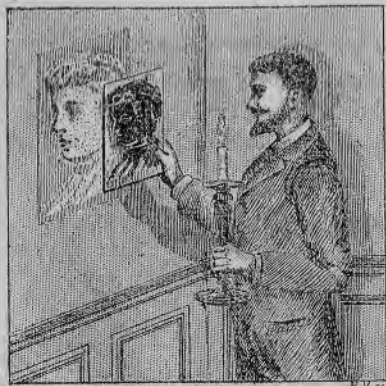


Fig. 15. — Los recortes y sus efectos.

mente, y no más grandes que un octavo de pliego de papel, las partes claras (sólo las muy claras) y respetando muy poco las medias tintas de la impresión, si se colocan estas figuras á cierta distancia, entre una vela y el pizarrón, en donde las penumbras den los juegos de las medias tintas, se obtendrán sombras

muy bonitas en la pantalla ó pizarrón (*fig. 15*).

Pero aun son de más efecto las sombras imitativas de

animales que se hacen con las manos y que tanto divierten á los niños.

Sería salir de nuestro método escolar si describiésemos la posición de las manos para hacer estas figuras. Por lo demás, con paciencia y ejercicio, los niños pueden ir inventando figuras, pues en esto también ayuda mucho la imaginación.

31. — Las sombras chinescas es una aplicación de las propiedades de las sombras á los pequeños teatros de autómatas ó títeres. He aquí en lo que consiste una sombra chinesca. Si en lugar de proyectar la sombra sobre un pizarrón recubierto de una sábana, se coloca esa sábana ó cualquier otra tela blanca, tensa á la manera de un telón, entonces la figura se puede ver muy bien del otro lado de la tela.

En este caso la impresión es más agradable porque no se distingue el foco luminoso sino el objeto que da la sombra. Si estas figuras son figuras recortadas y con miembros móviles, como hay muchos bien conocidos de los niños, se puede divertir á un público con una sesión de autómatas en sombras sobre una manta. Por lo expuesto, para la formación de la sombra chinesca lo que se necesita es que la pantalla sea transparente.

32. — La cámara oscura simple, consiste en una caja de madera ó de cartón que se halla teñido de negro en su interior y en una de sus paredes se hace un agujero en el centro con una ahesna y en la pared del frente se coloca un papel blanco. La mitad posterior de la tapa se levanta para poder ver el papel por arriba. Si se coloca el frente de la caja en un lugar que permita distinguir un paisaje, como si fuera á sacarse una fotografía, se ve en el papel reproducido el paisaje con todos sus detalles y con sus colores naturales.

Este aparato es fácil hacerlo á los niños: una caja de cartón de 80 centímetros de largo ó menos, y cuarenta centímetros de alto y otros tantos de ancho constituyen el aparato. Se le pega papel negro por dentro ó se le pinta de negro. La mitad de la tapa se la deja

libre para poderla levantar pero no quitarla del todo.

Una de las cabeceras lleva por dentro una hoja de papel blanco, y en el centro de la otra cabecera se le hace un agujero muy chiquito con una alesna; lo que importa es que los bordes del agujero queden muy bien recorados. Lo que llama la atención luego es que los objetos que se reproducen en la cámara están invertidos, y esto se explica por la dirección de los rayos luminosos que son siempre en línea recta. Con esta observación pueden comprender ya mejor los niños la dirección de los rayos luminosos. Es preciso ampliar la explicación valiéndose de algunos esgremas en el pizarrón así:

Se ve que el rayo luminoso partido del punto A. camina

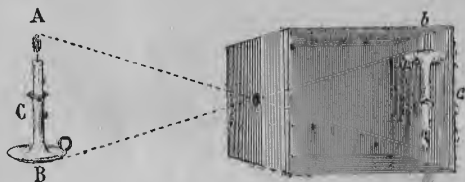


Fig. 16. — Teoría de la cámara oscura, dirección de los rayos luminosos.

en línea recta y va al punto *a*. de la pantalla, y el rayo B. va al punto *b*. no sufriendo cambio el rayo central *c*. y así se explica con toda claridad la inversión en la imagen. Este fenómeno puede observarse en las habitaciones durante el día cerrando todas las puertas y ventanas para convertir la habitación en una cámara oscura, y si esta habitación da para la calle ó algún punto donde haya movimiento de personas, por el ojo de la llave ó por las hendiduras naturales de la madera, si las tiene, se ven en la pared del frente las sombras de las personas que pasan pero invertidas, andando por el techo.

La cámara oscura compuesta (*fig. 17*) se distingue de la simple en que en el lugar del agujero lleva un tubo que pueda entrar y salir para afocar la lente que esté contenida en el tubo.

Una cámara fotográfica para retratar, es una cámara oscura perfeccionada para el objeto á que se destina, y en

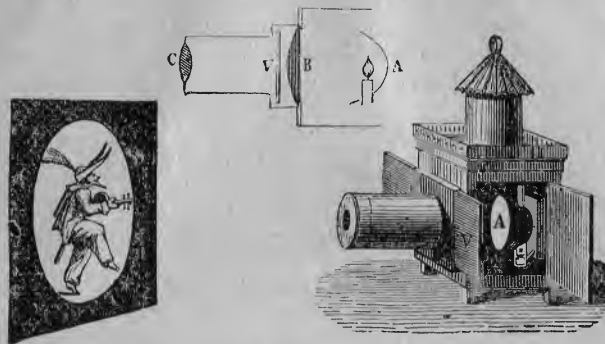


Fig. 17. — Linterna mágica.

la pantalla en donde el fotógrafo afoca las figuras, que es un vidrio despolido, las imágenes están invertidas.

33. — Afocar con una lente biconvexa es poner esta lente á la distancia conveniente para ver con toda claridad los objetos aumentados. Cuando están fuera de foco se ven medio borrados ó casi borrados los objetos. Con una lente común se puede demostrar á los niños cómo el foco es el punto en que las letras se ven grandes y con toda claridad. Si se borra un poco es que está fuera de foco. El foco se puede también tomar recogiendo rayos solares sobre un pedazo de yesca ó sobre un papel, el punto donde se incendia es el foco de la lente porque allí se concentran los rayos del sol. En otro curso más avanzado se estudiarán las propiedades de las lentes y el porqué de la formación del foco.

QUESTIONARIO

27. ¿Qué cosa es la luz? — 28. ¿De dónde proviene la luz que nos permite ver los objetos? — 29. ¿Cómo se propaga la luz? — 30. ¿Qué significa esa sombra más débil que se nota algunas veces rodeando la sombra oscura que forman los cuerpos opacos? — 31. ¿Á qué se da el nombre de sombras chinescas? — 32. ¿Qué es lo que se llama cámara oscura? — 33. ¿Qué significa afocar con una lente?

RESUMEN

27-28. — La luz es el agente físico que nos permite ver todos los objetos, y este agente proviene de fuentes naturales como el sol, ó artificiales como la luz eléctrica, las lámparas de petróleo, gasolina, las bujías esteáricas, las velas de sebo, los cerillos, etc.

29. — La luz es un fluido que se propaga en línea recta, lo cual se expresa diciendo que el cuerpo luminoso emite rayos de luz en todas direcciones. Cada rayo de luz camina en sentido recto y muchos rayos juntos son paralelos y forman lo que se llama un *haz* luminoso.

La sombra de un cuerpo es debida á que los rayos luminosos que lo tocan, no lo pasan (cuando son opacos) y la forma del cuerpo se dibuja en el primer obstáculo que sirve de pantalla.

30. — La penumbra es la transición de la sombra á la luz, ó más bien una sombra en la cual hay algo de luz difusa.

31. — Las sombras chinescas ó recortes de figuras son una aplicación de la sombra, la penumbra y la dirección de los rayos luminosos.

32. — La dirección recta que toman los rayos luminosos explica la inversión de las imágenes en la cámara oscura, en las cámaras fotográficas ó en cualquier punto en donde penetran los rayos solares ó de otros cuerpos luminosos al través de hendiduras ó agujeros pequeños, dibujando en las paredes ó pantallas que reciben estos rayos, la forma de los cuerpos, pero invertida. Es que los rayos luminosos que emite el objeto por su parte superior van á dibujarse en la inferior de la pantalla y los rayos inferiores del cuerpo en la superior de la pantalla, no cambiando de dirección los del centro.

De esta manera se dibujan las imágenes de los cuerpos en el fondo del ojo, porque el ojo es una cámara oscura, pero no vemos invertidos los cuerpos debido al fenómeno de *exteriorización* de la imagen, y el cual consiste en que al percibir los cuerpos, referimos los rayos luminosos al punto de su procedencia, y así los rayos superiores en el ojo los referimos á la parte inferior del objeto, los inferiores á la superior, y así vemos el objeto en su posición natural.

33. — Se llama afocar una lente cuando la ponemos entre el objeto y el ojo á la distancia precisa para ver con toda claridad el objeto y con el aumento que puede dar la misma lente.

Cuestionario para los niños.

27-28-29. — ¿Por qué no podemos distinguir los objetos con claridad de noche? — ¿Por qué no vemos nada en un cuarto oscuro? — ¿Para qué nos sirve la luz? — ¿Cuántas fuentes de luz se conocen naturales y artificiales (1)? — ¿Qué sucedería si nos faltara la luz del sol? — ¿Cómo se propaga la luz? — ¿Cuánto tarda la luz del sol en llegar á la tierra? — ¿Por qué se ve la sombra que dibuja la forma de los cuerpos cuando éstos están entre una luz y una pared por ejemplo? — Cuando se hacen *conejitos* con las manos para verlos en sombra en la pared, ¿qué fenómeno se produce?

30-31. — ¿Cómo se llama esa faja cenicienta que borda la orilla de algunas sombras? — ¿Cómo se demuestra la formación de la penumbra? — ¿Cómo se ve la sombra de un cuerpo cuando está más cerca de la luz que de la pantalla ó pared? — ¿Y si está más cerca de la pantalla, cómo se ve? — ¿Cómo se explica la formación de la penumbra? — ¿Cómo se construyen figuras recortadas para verlas en la sombra? — ¿Qué se entiende por sombras chinescas? — ¿Cómo se producen en los teatros las sombras chinescas?

32. — ¿Qué cosa es la cámara oscura? — ¿Qué es una cámara fotográfica? — ¿Y una linterna mágica? — ¿Cómo se construye una cámara oscura? — ¿Por qué se ven invertidas las imágenes en una habitación cuando sólo entra luz por el agujero de la llave ó las rendijas de la puerta?

33. — ¿Qué es afocar una lente? — ¿Cómo se enciende un pedazo de yesca con una lente?

LECCIÓN OCTAVA

De la luz. — Reflexión y refracción. — Espectro.
Del sonido. — Meteoros aéreos, acuosos, luminosos y eléctricos.

34. — Cuando un rayo luminoso cae sobre una superficie que no absorbe la luz, la refleja en sentido opuesto á aquel que traía el rayo luminoso, lo cual se expresa en física con una ley que dice: el ángulo de reflexión es igual al ángulo del rayo incidente (*fig. 18*).

(1) Fuente de luz natural sólo conocemos el sol y las auroras boreales. Las estrellas dan una luz muy débil.

Sea la superficie AA' un espejo que recibe un rayo del sol B. y en el sentido opuesto el ojo del observador C vé en E la imagen del sol.

Si en lugar de ser el ojo del observador es el techo de una habitación, allí se ve un círculo de luz que es la

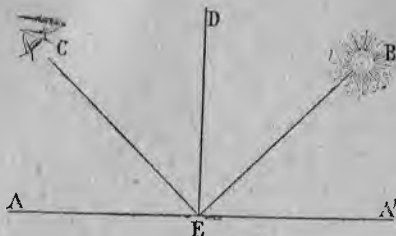


Fig. 18. — Reflexión de la luz.

imagen del sol reflejada por el espejo. Los lebrillos con agua que dejan las sirvientas al hacer el aseo de las habitaciones cerca de las puertas, si penetra el sol por esos puntos, se puede ver siempre en los muros ó en el techo la imagen del sol reflejada por la superficie del agua, y ese imagen voluble, que tanto distrae á los niños, se llama vieja Inés y se forma por reflexión de la luz en la superficie del agua del lebrillo. Con un espejo chico se puede reflejar la imagen del sol ó producir la vieja Inés proyectándola en varias direcciones y sirviendo de grato entretenimiento á los niños y aun á las personas formales. Estas demostraciones prácticas ampliadas con la teoría harán comprender á los niños la ley de la reflexión, la única que está á su alcance pues en el pizarrón quedan convencidos de que el ángulo de reflexión B. D. E. es igual al ángulo reflejado C. D. E.

Considerando el fenómeno en su más simple expresión como la *repulsión del rayo luminoso en sentido opuesto al en que procede*, es aplicable al sonido y al calor.

Efectivamente el *eco* no es sino la reflexión del sonido, El sonido camina formando ondulaciones en el aire, y cuando encuentra un obstáculo que detiene la ondula-

ción, se refleja y forma el *eco*. Para explicar el modo de propagar el sonido en el aire formando ondas, se tira una piedra en un estanque y se ven las ondas circulares que van ensanchándose desde el centro, y si hay un obstáculo que detenga esas ondas, se notaría que se forman ondas en sentido contrario. En este caso es también una reflexión de la onda líquida. Si enfrente de una lámpara muy fuerte se pone un cuerpo cóncavo pulimentado, se siente más calor cerca de él que cuando se le quita; esto es debido también á la reflexión del calor. Hay muros, los de color blanco y tersos, que reflejan mucho calor del sol, esto es un hecho de experiencia diaria.

35. — La luz se desvía al pasar del aire al agua y cambia de dirección en el interior de su masa, dando lugar á la separación, así como en su superficie se verifica el fenómeno de la reflexión, como ya se ha explicado al hablar de la *Vieja Inés*. Si se introduce un palo en una cubeta de agua limpia, aunque tengamos la seguridad de que el bastón está derecho, lo vemos quebrado, y la rotura comienza precisamente en el punto en que el bastón comienza á tocar el líquido. Esto es debido á la refracción de la luz, cuyo fenómeno se explica sensiblemente diciendo que la luz ó un rayo luminoso al pasar de un medio denso (aire) á otro más denso (agua) se desvía de la dirección recta.

Es por un fenómeno de refracción que la luna llena y el sol nos parecen más grandes cuando culminan en el horizonte que cuando se hallan en el zenit ó sobre nuestras cabezas.

36. — Por refracción de la luz al atravesar un prisma se descompone en sus elementos, que son los colores del iris, porque la luz pasa del aire, poco denso á un medio muy denso, el cristal de que está formado el prisma.

Para hacer la experiencia completa nos podemos servir de la cámara oscura que ya hemos utilizado en otras observaciones, pero ahora procuraremos recibir por un agujero algo más grande un rayo de sol que lo haremos caer en seguida sobre la cara de un prisma, y en la

pared opuesta de la cámara, en una pantalla oscura, se recibirá lo que se llama el *espectro*. El espectro es la luz descompuesta por el prisma. Todos los colores, remedos de arco iris que producen los prismas en los muros, y los que se ven en los mismos prismas son *espectros* más ó menos perfectos. Esto indica que la luz no es blanca como estamos acostumbrados á verla. Se compone de siete colores diversamente refrangibles, pues si todos fueran refrangibles en el mismo sentido, el prisma no

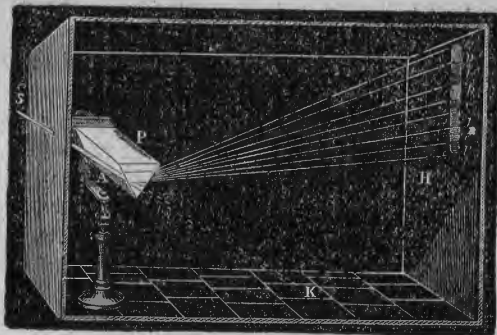


Fig. 19. — Espectro solar.

nos lo revelaría. Estos siete colores, por su orden de refrangibilidad, son: violeta, índigo, azul, verde, amarillo, naranjado y encarnado (fig. 19).

Si se hace un rehilete de siete aspás y se arreglan las siete aspás con los colores del espectro y guardando el orden progresivo indicado, se notará, cuando el rehilete sea movido fuertemente por el viento, que toma la superficie una coloración gris, y la daría blanca si pudiéramos obtener los colores puros con su índice de refracción correspondiente, tal como los da el prisma al descomponer un rayo de luz.

En física se hace esta demostración con un aparato llamado disco de Newton, ó con el trompo newtoniano (fig. 20).

El arco iris se forma porque el vapor de agua descompone los rayos solares cuando tienen la oblicuidad correspondiente, es decir, cuando el sol tiene 45 grados



Fig. 20. — Trompo newtoniano.

sobre el horizonte, por eso sólo es visible el arco iris á determinadas horas de la tarde, y por ser en las tardes más frecuentes las tempestades. El vapor de agua hace el oficio de un prisma ó mejor dicho de millares de prismas, pues cada gotita de agua produce el mismo efecto, y el conjunto dibuja el iris sobre el fondo oscuro de la nube, algunas veces se forman dos arco iris, uno más pequeño en el centro. Fijando bien la atención se pueden contar los colores que ya hemos indicado.

37. — Una campana herida por el badajo, la hace vibrar, y esta vibración se comunica al aire, y por este medio es llevada la vibración en forma de *ondas sonoras* hasta el oído que es el órgano destinado á apreciar y distinguir los sonidos.

El *sonido* es pues la sensación que nos da al oído y que es producido en este órgano por las vibraciones de los cuerpos. Si se tiene un almirez, se le golpea con la mano y se hace notar á los niños la vibración de este cuerpo poniendo la mano en sus bordes.

Se llama *onda sonora* la capa de aire movida por un cuerpo que vibra como una campana al ser tocada, y

como las vibraciones se suceden unas á otras, las ondas sonoras se suceden como los círculos que se forman en el agua al arrojar en su superficie una piedra.

El sonido camina muy bien en la dirección del viento porque éste favorece la marcha de las ondas sonoras. Por término medio el sonido camina en el aire á razón de 333 metros por segundo.

La ciencia que se ocupa de las leyes del sonido y sus fenómenos, forma parte de la física, y se llama *acústica*.

38. — Se llaman *meteoros* los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera, como el viento, la lluvia, el granizo, el rayo, la nieve, el arco iris, etc.

La parte de la física que se ocupa de estos meteoros, se llama *meteorología*. Esta es una ciencia muy importante para el médico, el higienista, pero muy especialmente para el agricultor, el hortelano, el floricultor, pues conociendo sus fenómenos, puede evitar muchos daños á las plantas y perjuicios á sus intereses.

Por ahora sólo definiremos los principales fenómenos de la meteorología, para ocuparnos en detalles y conocimientos de aparatos en los cursos sucesivos.

39. — Los meteoros se distinguen en *aéreos*, *acuosos*, *luminosos*, *eléctricos* y *magnéticos*, según que los produce el viento, el agua, la luz, la electricidad ó el magnetismo terrestre.

40. — Los principales meteoros aéreos son los vientos, los remolinos, los huracanes.

41. — El viento es una columna de aire puesta en movimiento por una diferencia de temperatura en dos lugares vecinos. El calor del sol calienta mucho la tierra, y el aire que está en contacto con ella, se calienta también, y al calentarse se dilata, se hace más ligero y se levanta á la parte superior de la atmósfera. El lugar que ocupaba este aire no queda vacío, pues inmediatamente el aire vecino más frío se precipita produciendo una corriente de viento más ó menos sensible. Si el calor es muy fuerte y la dilatación del aire violenta, el fenómeno es rápido y las corrientes son más fuertes. Según la vio-

lencia del viento se distingue en *céfiro*, brisa, viento suave, viento fuerte y huracán.

El *huracán* desenraiza los árboles y produce catástrofes terribles.

El *remolino* es una corriente circular que toma una nube de polvo y forma una columna que á la vez que gira camina.

Según la dirección se distinguen en vientos del norte, que son fríos en nuestros climas; el viento del sur, que es cálido en el hemisferio boreal, y frío en el austral; el viento del oriente, que, según nuestros labradores, es de mal presagio porque dicen que se lleva las nubes; y el del oeste, que reina raras veces.

Las *veletas* son los aparatos que sirven para conocer la dirección del viento, y las hay siempre en el extremo de las torres.

42. — La formación de la lluvia es uno de los puntos más bonitos de la meteorología. Para que los niños la comprendan se les hace observar con anticipación este hecho. Se pone una cazuela grande con agua en el patio en donde puede recibir la acción del sol durante el día y se abandona hasta que la evaporación ha dejado seca la cazuela. Se les dice que lentamente se ha ido evaporando el agua.

Para que comprendan por analogía el fenómeno de la evaporación, se moja un pañuelo y se pone extendido á secar al sol: el agua que lo empapaba se ha perdido en la atmósfera, como se ha perdido por evaporación también la de la cazuela. Se hace luego la evaporación rápida poniendo á hervir agua en una calentadera de zinc con una lámpara de alcohol; se les hace notar el producto de la evaporación, que es como una nube fina que se desprende del agua. Si se toma un plato y se



Fig. 21. — Evaporación y condensación del vapor de agua formando gotas que caen del plato.

coloca á cierta distancia del agua hirviendo, de modo que al recibir el vapor, éste se condensa en gotitas en la superficie del plato, y si se tiene algún tiempo en esta posición, las gotitas de agua se desprenden al fin como gotas de lluvia. Un buen profesor saca todo el provecho de que debe de estas experiencias, y los niños adquieren una noción científica del fenómeno que después pueden explicar diciendo: (*fig. 21*).

Las nubes se forman por la evaporación del agua de los mares, los ríos, las fuentes, los lagos, que dan vapor de agua bajo la influencia del calor solar ó vapor lento bajo la influencia de la temperatura ambiente. Este se extiende en el aire y en virtud de su ligereza, sube á las regiones superiores en la atmósfera, allí la temperatura es más fría y el vapor de agua se condensa formando nubes que se hacen visibles cuando la cantidad de agua condensada es muy grande resolviéndose en lluvia si la condensación es rápida.

En el aire hay siempre vapor de agua y esto se sabe por unos instrumentos que se llaman higrómetros, y cuya función estudiaremos en otro año.

43. — La nieve se forma en las altas regiones de

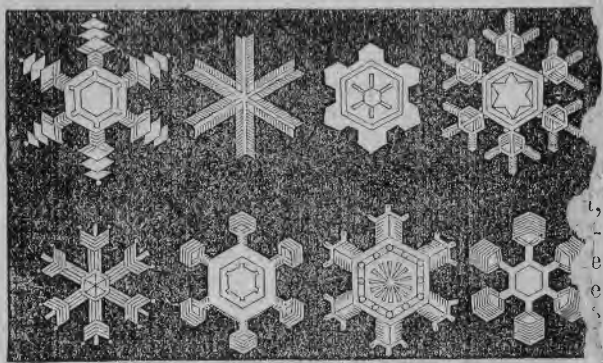


Fig. 22. — Copos de nieve vistos al microscopio, dan figuras en forma de estrella como las de la figura.

atmósfera, en donde el frío es tan fuerte que el vapor de

de agua se cristaliza. Los cristales de la nieve son muy sencillos, y sus figuras son tan variadas como la que puede ofrecer un caleidoscopio juguete bien concido de los niños (*fig. 22*).

44. — El granizo proviene también de una congelación rápida de las gotas de lluvia en las altas regiones de la atmósfera.

45. — Entre los meteoros luminosos se señala el llamado arco iris, del cual ya hemos hablado.

46. — Entre los meteoros eléctricos contamos el rayo, que es una descarga eléctrica sobre la tierra.

Como es indispensable conocer la electricidad para explicar el rayo, dejaremos este punto para otro curso más avanzado, lo mismo que la explicación de la aurora boreal, que reconoce por causa el magnetismo terrestre.

CUESTIONARIO

- 34.** ¿Qué fenómeno es el conocido vulgarmente con el nombre de *Vieja Inés* y cómo se explica? — **35.** ¿Qué analogía hay entre la reflexión y la refracción de la luz? — **36.** ¿Por qué la luz que hiere los prismas que sirven de adorno en los candelabros y arañas, en las salas de lujo y en los templos, produce colores muy vivos semejantes á los del *arco iris*? — **37.** ¿Por qué suena una campana? — **38.** ¿Á qué se da el nombre de meteoros? — **39.** ¿Cómo se clasifican los meteoros? — **40.** ¿Cuáles son los meteoros aéreos? — **41.** ¿Á qué es debido el viento? — **42.** ¿Cuáles son los principales meteoros acuosos? — **43.** ¿Cómo se forma la nieve? — **44.** ¿Qué es el granizo? — **45.** ¿Qué son meteoros luminosos? — **46.** ¿Qué son meteoros eléctricos?

RESUMEN

34. — El fenómeno tan conocido de todo el mundo con el nombre de *Vieja Inés*, es debido á la reflexión de los rayos luminosos emitidos por el sol, cuyos rayos se reflejan en la superficie de un líquido y van á dibujar la imagen en las paredes y techos de las habitaciones.

35. — La *refracción* es un fenómeno por el cual los rayos luminosos se desvían de su dirección normal al pasar de un medio á otro como del aire al agua, debido á este fenómeno nos parece roto ó doblado un palo introducido en el agua.

36. — Por un fenómeno de refracción se descompone la luz solar al pasar por un prisma, produciendo un arco iris llamado espectro y está formado de los colores del iris. Esto prueba que la luz blanca está formada por esos siete colores, como se demuestra con el *disco de Newton* en el cual están pintados en ráfagas concéntricas los siete colores repetidos en varias secciones. Si se hace girar violentamente el disco, da un color gris que tira al blanco.

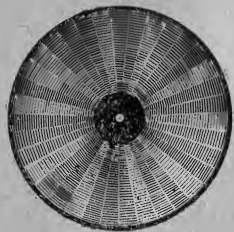


Fig. 23. — Disco de Newton.

37. — El sonido es un fenómeno acústico debido á la vibración de los cuerpos percutidos por otros, como una campana herida por el badajo, el triángulo por una varilla metálica. Los cuerpos percutidos entran en vibración y transmiten al aire esas vibraciones bajo la forma de *ondas sonoras* y éstas son las que causan en el oído la sensación del sonido.

El *eco* es la reflexión de la onda sonora, que encuentra un obstáculo y se refleja.

38-39-40. — Se llaman meteoros los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera, como el viento, la nieve, la lluvia, el rayo, el arco iris.

41. — El viento es una masa de aire en movimiento debido á un desequilibrio de temperatura en el suelo, y según la velocidad de la columna de aire, se dice que es brisa, viento suave ó fuerte y huracán.

El remolino es una columna de viento que gira circularmente y levanta nubes de polvo que pueden ser transportadas á grandes distancias.

42. — Las nubes se forman por la evaporación del agua en la superficie de los mares, los ríos y los lagos, y cuando se cargan bastante en la atmósfera, se resuelven en lluvia. Si hay un enfriamiento brusco, se convierte el vapor de agua en nieve, y si hay mucha electricidad y aglomeración de nubes, se forma el granizo.

Questionario para los niños.

34. — ¿Qué cosa es la reflexión de la luz? — ¿Por qué se ven en los espejos la imagen de los objetos que se hallen delante? — ¿Qué condiciones son indispensables para la verificación del fenómeno de la

vieja Inés? — ¿Qué es la *vieja Inés*? — ¿Qué fenómeno calorífico es semejante al de la *vieja Inés*, es decir, á la reflexión del calor? — ¿Por qué se siente calor cerca de los muros heridos todo el día por los rayos del sol? — ¿Qué otro fenómeno tiene analogía con la reflexión de la luz? El *eco*. — ¿Por qué las pantallas que están frente á las lámparas hacen sentir más calor que el que ordinariamente despiden la lámpara?

35. — ¿Por qué un bastón metido en el agua se vé como si estuviera quebrado? — ¿En qué punto se nota el aspecto de la rotura? — ¿Qué cosa es la refracción de la luz? — ¿Qué experiencia importante se deduce de la refracción de la luz? — ¿Por qué se ven muchos colores en los prismas de las arañas, especialmente en las iglesias? — ¿Qué cosa es el espectro? — ¿Cómo se puede observar? — ¿Qué es el arco iris? — ¿En dónde se forma? — ¿Cuántos colores forman el espectro? — ¿De qué se forma la luz blanca?

37. — ¿Cómo se prueba que una campana ó un timbre vibra? — ¿Qué cosa es el sonido? — ¿Cómo se apaga el sonido en un timbre? — ¿Qué demuestra la vibración de un cuerpo sonoro? — ¿Por qué se perciben los sonidos? — ¿Por qué se oye mejor el sonido en la dirección del viento? — ¿Cuál es la velocidad del sonido?

38. — ¿Qué son meteoros? — ¿De qué se ocupa la meteorología? — ¿Qué es el viento? — ¿Cómo se produce el viento? — ¿Por qué se hace viento con un abanico, con un soplador? — ¿Cómo se designan los vientos según su velocidad? — ¿Para qué sirven las veletas? — ¿Qué es un remolino?

42. — ¿Qué cosa es la lluvia? — ¿Cómo se forman las nubes? — ¿Qué formas tienen las nubes en el cielo? — ¿Se parecen las nubes de verano á las de invierno? — ¿Cómo se forma el granizo? — ¿Qué forma tiene la nieve?

MINERALOGÍA

Algunas Nociones de Mineralogía como introducción al estudio de la Botánica y de la Zoología.

INTRODUCCIÓN

Lo primero que necesita el hombre civilizado y aun el rudo campesino después de satisfacer la necesidad que le impone el hambre buscando alimentos del reino vegetal ó del reino animal, es la de procurarse un abrigo para descansar tranquilamente con su familia al terminar las faenas del día, ó bien para trabajar en él protegido del sol, del viento, de la lluvia y de los animales y aun de los hombres que traten de hacerle daño. Ese abrigo es la casa.

Los hombres antes de hacerse sus casas, vivían en cuevas como las fieras.

Los modelos más primitivos de chozas humanas los tenemos en esos jacales que se ven en los ranchos y á orillas de los caminos, en donde forman parte del muro con piedras amontonadas como el lienzo de un potrero. Luego con tres *latas* ó palos delgados de álamo que colocan en pie uno frente á otro en dos lados del cuadrado de piedras y la otra viga atravesada en el extremo de las *latas*, les sirve ésta de apoyo al sacate que formando un plano inclinado desciende desde la percha transversal hasta el costado del muro. Así se construyen los pobres sus habitaciones llamadas *jacales*. Como se ve, la parte principal y las más sólidas están formadas por un muro de potrero en cuadro ó cuadrilongo, y los intersticios de las piedras los cubren de lodo, y á veces ni este trabajo se toman.

En las habitaciones más comunes, en nuestro país, se

ve que están hechas de adobe, con un cimiento de piedra, y las casas de las personas acomodadas son de piedra, tepetate, cantera, mármol, pizarra, etc.

Las calles están empedradas y también están empe-



Fig. 24. — Una ciudad de negros en África. Como se puede notar, no hay mucha diferencia entre esta ciudad y las rancherías en nuestro país.

drados los patios, las caballerizas y la entrada de las casas, que por una corrupción de lenguaje se les llama *zahuán*. Las piedras nos sirven pues para la construcción de las casas, los edificios públicos, los templos, los teatros, los mercados, los monumentos, en fin, y estos edificios se techan con madera ó con láminas de hierro ó de zinc, ó con teja. Todos estos útiles, salvo la madera, pertenecen al reino mineral. El reino mineral tiene mucha importancia en la industria y en las ciencias, en el comercio y en la economía doméstica, pero como no vamos á desarrollar un curso de mineralogía, nos limitaremos á explicar el origen y naturaleza de las piedras que están á la vista de los niños, y cuya aplicación y utilidad práctica pueden apreciar en un momento. Esto nos servirá de introducción

á los estudios de la botánica y zoología que vamos á emprender en este curso preparatorio.

En las construcciones se usan con más frecuencia, las piedras, las canteras, las calizas, las arcillas ó tierras comunes, las arenas y los materiales hechos con alguna de estas sustancias y transformadas por el calor ó por el agua, como luego veremos. El estudio de estos cuerpos es del dominio de la mineralogía.

La *mineralogía* es la parte de la historia natural que estudia los cuerpos minerales, que son todas las sustancias inorgánicas que forman el globo terrestre. La Tierra, es decir, el globo terrestre, está formada por sustancias minerales.

Mineral es todo lo que perteneciendo á la constitución del globo, podemos apreciar en masas ó en fragmentos ó pequeñas cantidades por medio de nuestros sentidos.

El aire que respiramos, el gas sofocante que se desprende de un papel que hemos quemado, las aguas de lluvia, las del mar, de los lagos, de los ríos, de pozo, el carbón de piedra que calienta el hogar de las locomotoras, las piedras de las calles, el suelo que pisamos, los cerros que distinguimos á lo lejos en el campo, la tierra, la sal con que sazonomos nuestros alimentos, el salitre que destruye los muros de nuestras habitaciones, las piedras de las minas de las que se extrae el oro, el cobre, la plata, el fierro, etc., todos los metales que tanto abundan en la industria, las joyas que adornan las prendas del vestido en las señoras y en los señores ó que se llevan en pendientes y sortijas, como los diamantes, los ópalos, las esmeraldas, todos son minerales que estudia la mineralogía, como piedras que forman parte de la masa ó corteza de la tierra, tanto sólida como líquida.

Se ve pues por esto que el dominio de la mineralogía es muy extenso: pero nosotros, siguiendo una de las clasificaciones más sencillas de la mineralogía, que divide el estudio de las sustancias minerales en tres clases: 1^a. Piedras, 2^a. Metales, 3^a. Combustibles, sólo nos ocupa-

remos de preferencia de las piedras, tocando algunos detalles muy ligeros en las otras dos secciones.

Las piedras son cuerpos sólidos, duros más ó menos, que algunas veces están aislados y se llaman guijarros ó cantos rodados, y son los que se utilizan en los empedrados, en los potreros, y en los cimientos de las casas, y otras veces, forman rocas enormes, masas extensas, como se ve en los cerros, en las montañas, etc.

No todas las piedras tienen la misma composición: algunas son muy duras, como el pedernal, cuyo elemento principal es la *silice*, pero otras son muy blandas, muy fofas, como las calizas y las margas.

Cerca de las poblaciones hay lugares en donde se explotan los materiales de construcción ó donde se fabrican. Estos materiales son las canteras, el tepetate, la cal, etc., los ladrillos que se queman en hornos especiales y los adobes que se secan al sol.

Los profesores deben tomar estos datos en cada localidad, proveerse del material de construcción que más se use, en fragmentos naturales ó pequeños, cubos labrados. así como de ladrillos de todas clases, unos adobes chicos hechos expresamente para el museo, algunos guijarros, arena y cal.

Todo va á servirnos como de material de demostración.

Las calizas se reconocen por la efervescencia que producen con los ácidos.

El gis que sirve para escribir en el pizarrón es una *creta* que se ha pulverizado, lavado y amoldado, para el uso de las escuelas. En su origen, es decir, en estado natural, es una piedra caliza. Si pulverizamos un poco y derramamos sobre el polvo un poco de vinagre fuerte ó de yema, veremos que se produce una efervescencia.

El vinagre es muy débil para obrar sobre las canteras ó piedras de construcción. Tomemos un poco de ácido nítrico ó agua fuerte y dejemos caer con cuidado unas gotas sobre un fragmento de esta caliza, y veremos luego que el ácido ataca á la piedra formando una masa espumosa en el lugar del contacto.

Esto es debido á que los ácidos atacan las calizas y desprenden gas carbónico, y á esta reacción química es debida la efervescencia. Todas las piedras que hacen efervescencia con los ácidos son calizas. Los principales tipos de calizas son la creta, el mármol y la cantera.

La caliza calentada en hornos especiales nos da la cal tan necesaria para hacer la *mezcla* que se usa para fabricar las casas, enjarrar las paredes, hacer los hormigones de los techos, etc. La mezcla se hace con arena fina, cal apagada y agua.

El blanqueo de las paredes cuando se hace con cal aguada se le llama *lechada de cal*, pero se puede hacer con yeso y agua cola. El yeso no hace efervescencia porque no es carbonato, pero para usarlo hay que quemarlo como la cal.

Para fabricar una casa se usa la mezcla para unir los materiales fuertes, como las piedras, cantera, tepetate, ladrillo, ó simplemente lodo para unir los adobes. El lodo se hace con tierra común y agua.

La *arcilla* es una tierra con la cual se hacen ladrillos finos ó colados, la loza colorada, pues la blanca se hace con kaolín, que es una arcilla especial menos abundante que la arcilla común ó tierra de alfareros que la hay en todas partes. Con arcilla se fabrica toda la loza corriente que hay en todas las casas: se le mezcla agua, se forma una pasta y se modelan las piezas que luego se llevan al horno y se cuecen ó se queman para endurecerlas.

Las otras piedras que entran en la construcción de los edificios, son los sílex, los granitos y los cantos rodados ó guijarros de aluvión.

El sílex es una piedra muy dura que se presenta bajo muchos aspectos, cristal de roca, ágatas, chichicles, etc., pues para reconocer el sílex ordinario ó piedra de fusil, basta probarlo con el eslabón y luego se obtienen chispas con el frote. Antes de la invención y vulgarización de los cerillos se usaba la piedra, el eslabón y la yesca para obtener el fuego.

El granito es una piedra de construcción muy dura,

y forma cerros naturales esta roca. Con ella se construyen monumentos más sólidos que si fueran hechos de mármol.

Se llaman cantos rodados ó piedras de aluvión á pedruscos más ó menos grandes que se utilizan en los campos para la construcción de potreros y en las ciudades para cimientos de las casas. Los guijarros más pequeños sirven para los empedrados en las poblaciones de toda la República.

Esta corta exposición dará idea de la importancia de los conocimientos en mineralogía, pues que todo lo que nos rodea, que no pertenezca al reino orgánico, cae necesariamente bajo el dominio de la mineralogía.

Para mejor inteligencia de los niños, sujetaremos al plan escolar las siguientes lecciones de mineralogía.

LECCIÓN NOVENA

El Reino mineral.

17. — La naturaleza comprende, como ya hemos visto, todos los cuerpos que causan impresión en nuestros sentidos y por cuya impresión tenemos la *noción objetiva* de su existencia. Hay muchas ciencias que se ocupan del estudio de los cuerpos según los fenómenos que presentan, como la Física, la Química, la Astronomía, etc., pero hay una clasificación muy sencilla que los divide en dos grandes categorías, los cuerpos que tienen vida y los que no la tienen. Los cuerpos que no viven se les ha llamado cuerpos brutos, inorgánicos y más sencillamente minerales. Los cuerpos ó seres que viven tienen órganos y por eso se llaman seres organizados, vivos, y son los animales y las plantas. ¿Podéis apreciar la diferencia que hay entre una piedra, una planta y un animal? Sí, ¿no es verdad? Pues ya habéis

diferenciado cada uno de los reinos á que pertenecen : la piedra, al reino mineral ; la planta al reino vegetal ; y el animal al reino animal. Del reino mineral se ocupa la Mineralogía ; del vegetal la Botánica y del animal la Zoología.

48. — Sin entrar en grandes pormenores científicos, la mineralogía tiene un campo más vasto en todo lo que nos rodea.

Sin salir de la escuela vamos á ver todos los objetos que son del dominio de la mineralogía. Desde luego tenemos *la puerta*, cuya madera proviene de los árboles que se han cortado en la selva, pino ó pinabete por lo común, pero en esta puerta vemos la *cerradura*, la *llave*, la *aldaba*, la *tiradera*, la *clavazón* y los *goznes*, todas estas piezas forjadas de hierro por el herrero, y este *fierro* se extrae de las minas en donde abunda este mineral. En Durango, cerca de la ciudad, hay un cerro de mineral de fierro, y el cual se cree que ha sido un gran aerolito caído del cielo en ese punto.

En las ventanas tenemos los *vidrios* que permiten tener luz en la escuela y protegen del polvo, del viento, de la lluvia el interior del salón.

El vidrio ordinario se fabrica con las rocas silíceas que se muelen y se funden en el fuego ; el vidrio es un silicato doble de soda y de cal.

La materia prima se encuentra donde abunda el pedernal.

Veamos ahora lo que hay en la mesa : un *tintero* y un *prensa papel de cristal* ; es un silicato doble de potasa y de plomo, que se obtiene fundiendo 30 partes de arena pura, 20 de minio (óxido de plomo), 10 de carbonato de potasa. Hay varios mangos de pluma ; uno de *aluminio*, metal muy ligero, otro de *bambú*, otro de palo, con su correspondiente pluma de *acero*.

Los cajones del escritorio tienen muy bonitos botones ó tiraderas de *latón*, que es una aleación de cobre y de zinc ; hay otro escritorio que tiene tiraderas de cristal de color verde, que se fabrican agregando á la mezcla

propia para el cristal, óxido de cromo que da el color verde.

En una de las mesas (medio punto ó lateral) que hay en el salón, se ve un hermoso reloj sobre una peana de *mármol negro*, con su campana de acero muy sonora, y una hermosísima figura en bronce (aleación de cobre y de estaño).

Sobre la consola se ven olvidados por el profesor, algunos centavos de cobre y unos décimos de plata, monedas fabricadas con metales extraídos de las entrañas de la tierra ; también se vé allí su prendedor de corbata que es un *ópalo rojo*, muy bonito, su portaplumas de oro y su cerillero de *aluminio*, que lleva cerillos fabricados con fósforo y otras sustancias minerales.

De cada lado del reloj hay dos jarrones de *porcelana* fabricados con kaolín (silicato de alúmina hidratado) que tienen un adorno de flores doradas y esmaltadas, en las cuales entran muchos cuerpos minerales : el percloruro de oro para el dorado ; los óxidos de cobalto de cromo, de cobre, de hierro, etc., para los esmaltes. El termómetro que se halla colgado en la pared arriba del reloj se construye con un tubo de *vidrio* y un poco de *mercurio*.

Cada niño tiene su pupitre, además de sus libros una *pizarra*, con su *pizarrín* correspondiente ; sus *gises* para escribir en el pizarrón, y su lápiz que está construido con madera y *plombagina* ó mina de plomo.

Los ladrillos del piso, hechos con arcilla cocida al fuego : todas las piezas que se encuentran en el lavamanos, el vaso ó jarro donde se toma agua ; la *botella* que guarda el *petróleo* para llenar las lámparas cuando se trabaja de noche ; el servicio de la mesa, *cucharas*, *tenedores*, *cuchillos*, *platos*, *tazas*, *vasos* todo es de origen mineral, y el agua que bebemos y el aire que respiramos, pertenecen también al reino mineral.

49. — Á primera vista nadie confunde un mineral con una planta ó un animal. Pero al establecer las diferencias se notan las dificultades, por más que se tenga concien-

cia de que una piedra nada tiene de común con un mayate ó una amapola.

Los animales y los vegetales son seres vivos, que nacen de otros seres semejantes, como el maíz que proviene de otro grano de maíz que se ha sembrado, el pollito, del huevo que ha puesto la gallina, y los caracterizan los *órganos* que tienen adecuados á sus costumbres y necesidades, como las alas del ave para volar, las aletas del pescado para remar. Pero todos los seres vivos tienen de común que necesitan nutrirse para vivir, crecer y multiplicarse: los animales se alimentan por la boca y digieren en un estómago el alimento, y purifican su sangre respirando el oxígeno del aire en los pulmones; las plantas absorben por sus raíces su alimento y respiran por sus hojas.

El fruto es un medio de multiplicación.

Los minerales carecen de órganos porque la vida de ellos es indefinida, no están sujetos á la muerte en un tiempo determinado y no necesitan de alimento para crecer. Una piedra permanece en estado estacionario muchos años y aun siglos, como lo revelan los monumentos que cuentan ya más de 20 siglos de existencia.

Pero así como los seres vivos tienen sus caracteres propios que los distinguen unos de otros, también en los minerales hay caracteres físicos que se refieren á la figura, al color, al peso, á la consistencia, etc., que los diferencian unos de otros. ¿Quién puede confundir un pedazo de hulla con un trozo de mármol? Desde luego el color es un dato para la diferenciación.

50. — Para examinar un mineral es preciso anotar metódicamente todos sus *caracteres*. Supongamos que después de haber pasado una tarde á la orilla del río, los niños han juntado *pedritas* de caprichosas figuras y colores. Tomaremos una de esas pedritas y la someteremos á un examen minucioso para ver lo que es, según los datos de la mineralogía.

El ejemplar que vamos á examinar tiene la forma de un huevito de paloma algo aplanado, y anotaremos,

forma globulosa. Hay otras piedras que tienen formas caprichosas, imitativas, que ponen en tortura la imaginación de los niños, porque unas parecen un corazón, otras un zapato, otras una bala, otras una chalupa, otras una riñón, etc. De aquí inferimos que los guijarros pueden presentar muchas formas caprichosas, porque no son sales cristalizadas.

Si nos fijamos en la superficie, vemos que tiene un lustre poco intenso, pero como hay que tener en cuenta la acción del agua que tiende á pulir estas piedras, así como el frotamiento de unas con otras, vamos á asegurarnos rompiendo nuestra piedra con un martillo, y al golpearla hemos hecho un descubrimiento, que da chispas con el choque.

La superficie que se ha descubierto, y que llamaremos *fractura*, nos presenta un lustre brillante, liso en toda la fractura, y los bordes son cortantes. Anotamos pues estos caracteres: *Color* blanco lechoso, y si lo comparamos con otros guijarros, vemos que los hay azulados, grises, verdes, rojos, amarillentos, listados, manchados, etc.

Lustre, vítreo, lactecente, transluciente en los bordes, opaco en el centro de la masa.

Textura, compacta, conchoide, porque se asemeja al aspecto que presenta una concha blanca.

Dureza.— Mucho se necesita del martillo para romper un guijarro. Por el choque ó frotamiento da chispas.

Los *caracteres* que presenta este guijarro son pues los siguientes: es un cuerpo *sólido*, *blanco-lechoso*, *insoluble* (puesto que no se deshace en el agua), *resistente*, *duro*, *compacto*, *fractura vítrea*, *concoidea*, de bordes cortantes como de vidrio roto, dando chispas con el eslabón, superficie lisa y lustrosa, *transluciente* en los bordes. Todos estos caracteres corresponden á los del grupo de los cuarzos anhídros, entre los cuales se encuentra el *pedernal*, que es al que convienen los caracteres anotados. Así pues nuestro guijarro es un pedernal del grupo de los cuarzos anhídros. Los *chichicles* pertenecen también á

los cuarzos, pero éstos son cristalizados, es decir que presentan figuras geométricas definidas.

51. — Acabamos de examinar un mineral, que no tiene una forma geométrica definida, y á ese grupo pertenecen muchos minerales, llamados amorfos, para distinguirlos de los que tienen una forma cristalina, que siempre es un sólido geométrico, como un cubo, un prisma, etc. El cristal es pues el sólido mineral que ofrece una forma geométrica. La formación de los cristales se llama cristalización y la cristalización puede ser natural ó artificial.

Tómese un puñado de sal de cocina (en química se llama cloruro de sodio) y disuélvase en un poco de agua, póngase en un platón extendido y déjese evaporar el líquido. Cuando se ha evaporado el agua, queda la sal cristalizada, y si se observan con una lente los cristales, se notará desde luego el sólido geométrico á que pertenece, que es el cubo. Estas experiencias de cristalización se les pueden repetir á los alumnos con otras sales, como el sulfato de cobre, el nitrato de potasa, el sulfato de sosa, etc.

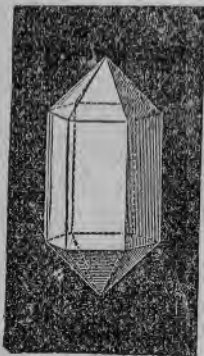


Fig. 25. — Cristales de roca.

52. — El *cristal de roca* es un mineral formado por sílice más ó menos pura: cuando es transparente como el vidrio ordinario, es la sílice natural, pero pueden los cristales afectar varios colores, rosa, morado, amarillo, verde, moreno, color de humo, etc., como se observa en esas piedras que abundan en los minerales y que los mineros llaman *chichiles*. Los cristales, más ó menos grandes y perfectos, están formados por un prisma de seis caras terminados por pirámides de seis caras también. El nombre geométrico con que se conocen las variedades de sílice cristalizada ó amorfa es el de *cuarzo* (fig. 25).

53. — Tomemos un pedazo de granito y examinémoslo mineralógicamente. Su textura es *granujenta* y de ahí su nombre. Tres elementos concurren á formar esta roca, que son el *cuarzo*, el *feldespato* y la *mica*. La composición de estos elementos es como sigue: *cuarzo*, ácido silícico puro; *feldespato*, silicato doble de alúmina y de potasa; *mica*, silicato doble de alúmina y potasa, magnesia, cal ó hierro.

El *cuarzo* se encuentra en la piedra de granito en forma de granos de aspecto vidrioso, incoloros ó grises, como si fuera polvo de cristal molido; el *feldespato* se encuentra en la masa del granito en la forma de cristales opacos, más ó menos grandes, de color rosa generalmente, pero pueden ser verdes, amarillos ó blancos.

La *mica* forma esos puntos muy brillantes que se notan en el granito; está formada por láminas delgadas más ó menos grandes, negras, amarillas, color de oro, blanco de plata, etc., que se pueden separar del granito con la punta de una navaja.

54. — Las arenas que forman las playas de los mares, las márgenes de los ríos, y la arcilla que forma el lecho de éstos, traen su origen de la descomposición de las rocas feldespáticas y las de pórfido.

El aire por el gas carbónico que contiene y el ozono, que se forma en las montañas en donde hay muchas descargas eléctricas, el calor, el vapor de agua contenido en el aire, y las lluvias torrenciales, son causas que obran continuamente unas, temporalmente otras, pero que todas concurren en el transcurso de los siglos á desgastar las rocas que forman las montañas.

Este desgastamiento en el granito, por ejemplo, da por resultado la separación de los granos de *cuarzo*, las *pajitas* de *mica*, y granos de otros minerales como el titanato de hierro, que se encuentra en las arenas, y si está puro forma la *marmaja*.

La arcilla es una descomposición que sufre el *feldespato* y forma el lodo fino que se encuentra en el lecho de

los ríos, siendo insoluble porque es un silicato y los silicatos son insolubles.

Examínese con cuidado la arena fina ó un poco gruesa y sepárense con esmero las pajitas de mica, los cristales de cuarzo y algunos de feldespato que no han sufrido la descomposición arcillosa; tómese un poco de arcilla pura y se tendrán separados por la naturaleza misma, los elementos que forman las rocas graníticas.

QUESTIONARIO

47. ¿En cuántos reinos se divide la naturaleza? — 48. ¿Cuál es el dominio de la mineralogía? — 49. ¿Por qué se dice que los minerales son cuerpos inorgánicos? — 50. ¿Cómo se procede á la determinación de los caracteres de un mineral? — 51. ¿Qué se entiende por cristal en mineralogía? — 52. ¿Qué clase de mineral es el cristal de roca? — 53. ¿Qué clase de roca es el granito? — 54. ¿De dónde provienen las arenas de los ríos?

RESUMEN

47-48. — La *Mineralogía* es la parte de la historia natural que se ocupa de todos los cuerpos que impresionan nuestros sentidos por sus propiedades físicas, pero que carecen de vida, de movimiento y de sensibilidad.

Todos los cuerpos que forman la Naturaleza se dividen en dos grandes categorías; en cuerpos organizados y cuerpos no organizados, ó en otros términos, cuerpos minerales y cuerpos vivos. Los cuerpos vivos se distinguen de los minerales en que tienen órganos, y se dividen á su vez en vegetales y animales. Los minerales carecen, como se ha dicho, de órganos y por eso se les llama también *anorgánicos*.

Compréndense en el reino mineral los metales como el hierro, con el cual se construyen innumerables objetos de uso común; el cobre que combinado con el zinc forma el latón, y combinado con el estaño forma el bronce; la plata y el oro que se utilizan en las monedas y en objetos de arte; el aluminio cuyas propiedades lo hacen uno de los metales más útiles para las artes y la industria. Después siguen las diversas rocas de que está compuesta la corteza terrestre, encontrándose entre estas las silíceas, que sirven para la fabricación del vidrio (silicato doble de cal y sosa) el cristal (silicato

doble de potasa y plomo), el mármol, el kaolín, con el cual se hacen los objetos de porcelana, las arcillas que sirven para la construcción de la loza corriente, las pizarras, los ladrillos, etc. Por último, los combustibles como la hulla, la turba, etc.

49. — La diferencia que hay entre los minerales y los seres vivos, consiste en que los últimos llevan órganos adaptados al medio en que viven para nutrirse y multiplicarse, mientras que los primeros carecen de ellos. Una planta necesita raíces para fijarse en la tierra y alimentarse de ella: á un animal le son indispensables órganos que lo transporten al lugar en donde halle el alimento necesario para vivir. El mineral, no teniendo esas funciones, carece de órganos propios para ello. En una palabra, la planta y el animal nacen, crecen y mueren; el mineral se forma y tiene una vida indefinida.

50. — Se distinguen entre sí los minerales, por caracteres físicos, como son la figura, el color, la dureza, etc., etc., necesitándose para conocer un mineral determinar metódicamente sus caracteres, como son la forma, la superficie, que se determina rompiendo el mineral y apreciando lo que resulta en la fractura; el color, el lustre, la translucidez ú opacidad, la textura y la dureza.

51. — Se llaman amorfos los minerales que no tienen una forma geométrica definida; el mineral que presenta una forma definida se llama cristal, y cristalización se designa á la formación de éstos, siendo ésta natural ó artificial. La sal disuelta, al evaporarse el agua se cristaliza en cubos; lo mismo se ve en el sulfato de cobre ó piedra lipe, nitrato de potasa ó salitre y otros.

52. — El *cristal de roca* está formado de sílice, dándole diferentes colores las demás sales que pueda contener: su cristalización se hace en prismas exagonales siendo sus seis caras las bases de pirámides exagonales también. Á esa especie corresponden los llamados *chichicles* por los mineros. Su nombre genérico es cuarzo.

53. — El granito está compuesto de cuarzo, feldespato y mica, cuya composición es respectivamente sílice pura, y silicatos de varias clases. — El cuarzo se distingue en el granito por su aspecto vítreo, su color gris ó incoloro, el feldespato por ser sus cristales opacos y diversamente coloreados, la mica se presenta en polvo ó laminitas brillantes que se pueden separar de la masa granítica con facilidad.

54. — Las arenas de los mares y de los ríos tienen su ori-

gen en los pórfidos y en los granitos. El aire, el calor y el agua contribuyen á la formación de ellas, por la acción de desgastamiento que continua ó temporalmente ejercen sobre las rocas. El lodo se forma de la descomposición de los feldspatos que dejan libre la arcilla, que por ser un silicato es insoluble.

Cuestionario para los niños.

47-48-49. — ¿Qué importancia tiene el estudio de la mineralogía? — ¿Qué se entiende por reino mineral? — ¿Qué diferencia hay entre un mineral y una planta? — ¿Qué diferencia hay entre una piedra y un animal?

50. — ¿Cómo se distinguen entre sí los minerales?

51. — ¿Qué diferencia hay entre un pedazo de mármol y un cristal de roca?

52. — ¿Qué se entiende por cristal de roca?

53. — ¿Qué cosa es el granito? — ¿Qué cosa es un adobe? — ¿De qué está formado un adobe y para qué sirve? — ¿Qué clase de material entra en la construcción de una casa? — ¿En qué se utilizan las piedras? — ¿Y el tepetate? — ¿Y la cantera? — ¿Y los ladrillos? — ¿Con qué se hace la mezcla?

LECCIÓN DÉCIMA

De las principales substancias minerales cuyo conocimiento es indispensable á los niños y esté á su alcance intelectual. (*Continuación y fin.*)

55. — Se llaman *arcillas* casi todas las tierras, especialmente las de alfarería, cuyos caracteres distintivos son: tierras más ó menos finas, cuyo polvo es graso al tacto, y algunas se pegan á la lengua, forman pasta con el agua y al secarse quedan formando un terrón que puede reducirse á su estado primitivo fácilmente; por la acción del fuego se petrifican adquiriendo mucha resistencia.

Las arcillas son compuestos de sílice y de alúmina; y provienen de las rocas silíceas que se han descompuesto por las aguas de lluvia y otros agentes atmos-

féricos. La arcilla pura es blanca y se llama kaolín; mezclada á algunos óxidos de cromo, de fierro, etc., toma diversos colores, y así se encuentran arcillas amarillentas, grises, morenas, anaranjadas, verdes, azuladas, etc.

Las variedades son: la arcilla plástica ó de alfarería, que se llama *greda*; arcilla limonosa ó tierra de ladrillos; la tierra de pipas, y la esméctica ó de quitar manchas.

56. — Las calizas son rocas formadas por el carbonato de cal, por cuya razón hacen efervescencia con los ácidos, pues es una propiedad común á todos los carbonatos. El calor las descompone en cal viva y ácido carbónico, por esto se queman las piedras de cal para obtener la cal de construcción.

Las calizas se presentan en muchísimas formas cristalinas, pero todas se refieren al romboedro.

Las principales especies de caliza son el: *espató de Islandia*, cuyo cristal es bien conocido en física por tener la doble refracción; el *aragonito*, el *alabastro*, el *mármol*, las *canteras* y las *piedras litográficas*.

57. — El *yeso* es un sulfato de cal hidratado. Se presenta en piedras amorfas de estructura granujienta ó cristalizada en láminas finas en forma de lanza.

Por la acción del fuego se transforma en una piedra cuyo grano es muy fino y se usa mucho por los pintores para pintar las habitaciones y hacer las figuras de estaco con que se adornan los cuartos de lujo.

58. — Los minerales que se llaman combustibles son la hulla, el azufre, la turba, etc.

La *hulla* ó carbón de piedra es uno de los combustibles más útiles al hombre, y á la que se debe en gran parte el estado actual de la civilización, porque con este combustible se alimentan las máquinas de los buques, de los ferrocarriles y de las innumerables fábricas de hilados y tejidos, de papel, etc., que hay establecidas en todo el mundo.

La hulla es de origen vegetal, pero no ha sido preparada por el hombre como el carbón de pino de que hacemos uso, pues la hulla proviene de las selvas antídiluvianas

que han quedado sepultadas bajo enormes capas de tierra y que por la presión han conservado esos bosques en el estado en que se ven en el carbón de piedra. Examinando con cuidado un trozo de carbón de piedra es fácil distinguir su constitución vegetal.

59. — El *azufre* es otro mineral combustible. Con él se han fabricado muchos años, siglos, tal vez, esas mechas llamadas *pajuelas*, que han desaparecido del comercio por la invasión de los cerillos. La *pajuela* era un pedazo de pábilo empapado en una solución de azufre y algo de goma ó engrudo. Se aplicaba la *pajuela* á una ascua y ardía con una llama azulada muy fétida por el desprendimiento de ácido sulfuroso. La ventaja de estas *pajuelas* es la de ser muy desinfectantes.

El azufre es insoluble en el agua, arde con llama débil, de color amarillento con reflejos verdosos, translúcido, quebradizo, tierno, y que se reduce á polvos con facilidad. Es de origen volcánico y se encuentra en los contornos de algunos volcanes.

60. — Se da el nombre de piedras preciosas á minerales usados en joyería para la construcción de alhajas como collares, anillos, prendedores, pulseras, arracadas, dijes de reloj, etc. También se usan en otros objetos como en los vasos sagrados en los templos, en los trajes, en muebles de gran lujo y de mucho costo.

Daremos solamente la lista de las principales piedras preciosas según su categoría y su valor :

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Diamante; | 11. Agua marina y berilo; |
| 2. Rubí; | 12. Jacinto; |
| 3. Esmeralda; | 13. Cornerina; |
| 4. Zafiro; | 14. Venturina; |
| 5. Ópalo; | 15. Ónice; |
| 6. Turquesa; | 16. Hélotropos, Ágatas; |
| 7. Granates; | 17. Cristal de roca; |
| 8. Crisolita; | 18. Lapislázuli; |
| 9. Cuarzo amatista; | 19. Ámbar; |
| 10. Topacio; | 20. Azabache. |

61. — Los principales metales de que se hace uso en la industria, como el fierro, el plomo, el zinc, el mercurio, el níquel, aluminio, etc., ó los que sirven para la fabricación de la moneda, como el oro, la plata, el cobre, se explotan en las minas, en donde se encuentran estos minerales en filones ó mantos. Las *filones metálicos* son como inyecciones de estos minerales que se han verificado del centro de la tierra hacia su superficie formando como un sistema de arterias en la masa granítica ó caliza de las montañas.

Los metales más comunes, aunque siempre es muy costosa su explotación, son la plata, el plomo, el hierro, el estaño, el mercurio y el zinc. Son menos comunes, el platino, el oro, y otros que sólo tienen aplicaciones en las ciencias, salvo el oro que se usa como moneda.

En los cursos siguientes haremos estudios más detenidos sobre lo que acabamos solo de anotar para ir formando el caudal de conocimientos del niño, en materias de verdadera importancia práctica.

CUESTIONARIO

55. ¿Cuáles son los caracteres mineralógicos de la arcilla? — 56. ¿Se pueden indicar los caracteres principales de las calizas? — 57. ¿Qué clase de mineral es el yeso? — 58. ¿Á qué se da el nombre de combustibles minerales? — 59. ¿Qué cosa es el azufre? — 60. ¿Á qué se da el nombre de piedras preciosas? — 61. ¿Qué hay que decir de los metales?

RESUMEN

55. — Las arcillas son las tierras más ó menos finas, grasas al tacto, que se forman de alúmina y potasa. El kaolín es la arcilla pura, diversamente coloreada por los óxidos metálicos que suele contener.

56. — Las calizas están formadas por carbonato de cal. Para obtener la cal de construcción se queman las calizas que se descomponen desprendiéndose el ácido carbónico y quedando el óxido de calcio ó cal viva.

57. — El yeso es un sulfato de cal que se usa mucho en las artes y en la industria.

58. — Los combustibles forman una sección importante en

la mineralogía y á ella pertenece la hulla ó carbón de piedra que se usa para calentar las calderas. La hulla no es otra cosa que plantas antediluvianas que han quedado sepultadas en las capas terrestres más antiguas, viéndose perfectamente su naturaleza vegetal en un trozo de este mineral.

59. — El azufre es también combustible, fabricándose con él las llamadas pajuelas, que sustitúan á los fósforos antes de la invención de éstos. Es de origen volcánico y se encuentra en los cráteres y en los contornos de algunos volcanes.

60. — Las piedras preciosas son minerales que se usan para el adorno de sortijas, dijes, etc., siendo veinte las más usadas y entre ellas se cuenta el diamante, el ópalo, la esmeralda, etc.

61. — Los metales más usados en la industria provienen de filones ó mantos, siendo éstos una especie de inyecciones del centro á la superficie de la tierra.

Cuestionario para los niños.

55. — ¿Cómo se llaman las tierras que usan los alfareros? — ¿Qué clase de objetos construyen los alfareros? — ¿Por qué la loza es tan dura y está hecha con lodo ó arcilla mojada? — ¿Qué diferencia hay entre la greda y la tierra de ladrillos?

56. — ¿Cómo se reconoce una caliza? — ¿Por qué hacen efervescencia con los ácidos? — ¿Qué acción tiene el calor sobre las calizas? — ¿Cómo se prepara la cal de construcción?

57. — ¿Qué cosa es el yeso? — ¿Qué acción tiene el calor sobre la piedra de yeso? — ¿Para qué lo usan calcinado los pintores? — ¿Qué cosa es el estuco en las habitaciones de lujo?

58-59. — ¿Para qué sirve el azufre? — ¿Qué clase de mineral es? — ¿Qué es la hulla? — ¿En dónde se usa? — ¿Qué origen tiene la hulla? — ¿Qué utilidad tienen las pajuelas?

60. — ¿Qué piedras preciosas conocen los niños? — ¿Para qué sirven las piedras preciosas?

61. — ¿Cuáles son los metales más útiles? — ¿Para qué sirve el hierro? — ¿Para qué sirve la plata? — ¿Para qué sirve el oro? — ¿En qué se ha usado el níquel?

BOTÁNICA

LECCIÓN UNDÉCIMA

Generalidades sobre el reino vegetal

62. — Si se examina con atención una planta cualquiera, un maíz por ejemplo, se advierte que es un ser que tiene la propiedad de nutrirse, de crecer y dar semilla para reproducirse. Así pues los vegetales, grandes ó pequeños, los definimos diciendo que son seres organizados que poseen los atributos de la vida (la nutrición, el crecimiento, la multiplicación y la muerte), pero que carecen de movimiento propio y de sensibilidad como los animales.

Las partes que componen un vegetal se llaman órganos, y estos órganos se clasifican según sus funciones, en órganos de nutrición, los que sirven para que el vegetal se alimente, órganos de reproducción como el fruto, y órganos de protección como los pétalos de la flor.

La ciencia que estudia los vegetales se llama *botánica*.

63. — Siguiendo el examen de la planta que hemos tomado por modelo, se le pueden distinguir los órganos siguientes; la raíz que se introduce en la tierra; el tallo que es lo que vulgarmente se llama caña y tiene un jugo dulce á veces, que agrada mucho á los niños; las hojas largas y encorvadas de verde muy subido y ásperas al tacto, la mazorca que lleva el maíz ó, en otros términos, el fruto que lleva la semilla (*fig.* 26).

Observaciones sobre la definición y la clasificación anterior. (Parte técnica dedicada al maestro.)

Antes de pasar adelante, el profesor debe cuidar de que los niños asimilen bien la idea de lo que es un vege-

tal, pues del conocimiento de las funciones que desempeña viene la fácil comprensión de las funciones encomendadas á cada uno de sus órganos.

Comenzaremos por el análisis escolar de la definición.

— ¿Qué cosa es botánica?

— Es la ciencia que enseña á conocer la vida de las plantas.

— ¿Es lo mismo planta que vegetal?

— Sí, puede usarse indistintamente una y otra palabra.

— ¿Qué se entiende por vida de los vegetales?

— La vida de los vegetales es la manifestación de sus funciones de crecimiento, nutrición y reproducción.

— ¿Es un ser organizado el vegetal?

— Sí y también lo es el animal, pero el vegetal se distingue del animal en que el vegetal está fijo á la tierra y en ella toma



Fig. 26. — Planta de maíz.

sus alimentos para vivir y crecer, en tanto que el animal se mueve y puede buscarse los alimentos en diversas partes del suelo que recorre.

— ¿De qué manera se alimenta el vegetal?

— El vegetal se alimenta tomando del suelo el agua con que se riega, y en esta agua van disueltas las sustancias que necesita para nutrirse. Todos los niños pueden

ver en sus casas que las primeras ocupaciones de los criados, de sus hermanitos, ó de la madre, es dar de comer á los pajarillos, poniéndoles sus cazuelitas con alpiste, masa de maíz, tunas, lechugas frescas, y agua; y á las macetas se les riega también con solícitud á mañana y tarde en el verano y cada tercer día en el invierno.

Las plantas, como los animales, tienen sed, y cuando no se les da agua, se mueren los pájaros, y las plantas se marchitan. Además la planta se alimenta también por las hojas, pues así como los animales respiran el aire con los pulmones, las plantas respiran el aire por las hojas, pero al animal le sirve el aire para purificar su sangre y al vegetal le sirve para nutrirlo.

— ¿Cómo crece el vegetal?

— El vegetal se alimenta en el suelo por medio de las raíces y si su alimento es suficiente, si no les faltan los riegos, comienza á crecer en altura y en grueso, hasta que aparecen las flores y luego los frutos.

— ¿Para qué vive un vegetal?

— Un vegetal vive para producir frutos, madurarlos y sazonar la semilla que debe propagarlo en la superficie de la tierra. Para llegar á este fin, el vegetal desempeña funciones que se llaman de nutrición, exactamente como el animal que necesita comer diariamente para nutrirse: la planta se alimenta á toda hora de las sustancias que toma del suelo y que transforma en savia, y de lo que toma del aire y transforma en *celulosa* la materia más importante para el crecimiento del vegetal.

Con estos datos ya se puede hacer comprender á los niños la definición del vegetal insistiendo en las preguntas que hemos indicado, así como los datos relativos á la reproducción y otras funciones del vegetal.

La sucesión y coordinación de estas funciones es lo que caracteriza la vida de las plantas.

61. — La parte fundamental para el estudio de los vegetales es la semilla, y siguiendo el mismo procedimiento de la naturaleza, por ella debiera comenzar el

estudio de las plantas, para seguir paso á paso todas las modificaciones que van experimentando en la germinación, los órganos que van apareciendo durante los principales períodos de su crecimiento y conocer las funciones que cada uno de dichos órganos va desempeñando.

65. — La semilla es una parte del fruto que contiene en miniatura ó casi invisible al *germen* de una nueva planta.

66. — La germinación es la serie de fenómenos que se verifican en la semilla y que tienen por objeto hacer aparecer el vegetal que tiene en miniatura pero apto para desarrollarse cuando se halla en las condiciones debidas.

67. — Para que un grano germine es indispensable sembrarlo, pues de otra manera no nace.

Los niños deben fijarse en que muchas semillas que sirven para la alimentación del hombre y de los animales, como el maíz, el arroz, el garbanzo, el haba, la lenteja, el chícharo, el frijol, el trigo, se guardan en graneros, en costales, en cajones, y sólo cuando les falta ventilación se *pican* y si hay mucha humedad se *nace* una parte, la que está en contacto con el aire húmedo.

Esto revela que la primera condición para la germinación es la humedad; la segunda, el calor ambiente; la tercera la circulación del aire; y la cuarta que haya en donde pueda fijar las raíces el nuevo vegetal.

Todas estas condiciones para la germinación se satisfacen al sembrar los granos.

Para sembrar se hace un agujero en la tierra, no muy hondo, se coloca la semilla y

luego se le pone tierra floja, se riega con frecuencia y al cabo de 8, 12 ó 15 días aparece el tallito con hojas tier-

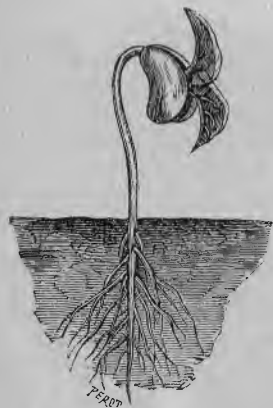


Fig. 27. — Primera fase de la germinación de un frijol.

nas del nuevo vegetal: la semilla ha germinado (*fig.* 27).

La semilla de ahuate ó de mamey, y los frijoles grandes llamados patoles, son muy útiles para demostrar á los niños las fases de la germinación.

Mas como el estudio de la semilla es algo difícil y no adecuado á la inteligencia de los niños cuando carecen de las principales nociones de botánica, bastará en este curso preparatorio, fijar su atención sobre la importancia de la semilla y el papel que desempeñe en la naturaleza.

Pero al hacerles la demostración objetiva se les hace notar que la semilla desarrolla la raíz, antes que el tallo, porque por medio de la raíz se nutre todo el resto del vegetal.

68. — Para estudiar un vegetal se dividen sus órganos, como ya lo hemos dicho, en órganos que lo nutren y órganos que lo reproducen. Así pues los órganos que primero tenemos que considerar son los que sirven para nutrirlo y desarrollarlo. Estos se dividen en órganos aéreos y órganos subterráneos. La *raíz* es un órgano subterráneo, y aunque hay raíces aéreas, éstas tienen funciones especiales que más tarde estudiaremos.

El *tallo*, las *ramas* y las *hojas*, son órganos aéreos, destinados como la raíz á tomar su alimento del suelo ó de la atmósfera y conducirlo por canales especiales á todas las partes del vegetal que están creciendo y desarrollándose tanto en grosor como en longitud.

CUESTIONARIO

62. ¿Qué es un vegetal? — 63. ¿En cuántas partes se considera dividido un vegetal para su estudio? — 64. ¿Cuál es la parte más interesante de un vegetal? — 65. ¿Qué cosa es la semilla? — 66. ¿Qué cosa es la germinación? — 67. ¿Cuáles son las condiciones indispensables para que un grano germine? — 68. ¿En qué orden deben estudiarse los órganos de un vegetal?

RESUMEN

62-63. — Los vegetales son seres vivos que nacen, crecen, se multiplican y mueren, diferenciándose de los animales en

que están desprovistos de órganos de locomoción, de prehensión y de sensibilidad.

Los órganos de una planta se clasifican según sus funciones en órganos de nutrición, de reproducción y de protección.

Se ha dado el nombre de Botánica á la ciencia que tiene por objeto el estudio de los vegetales.

En la planta se distinguen, la raíz, el tallo, las hojas, las flores y el fruto.

64-65. — La parte fundamental del estudio de los vegetales es la semilla. La semilla es la parte del fruto que contiene el germen de una nueva planta.

66-67. — Á la serie de modificaciones que sufre la semilla, para producir la planta cuyo germen contiene, se le ha llamado germinación; para que ésta tenga lugar se necesita poner á la semilla en condiciones especiales, de humedad, calor, circulación de aire y en un lugar en donde se fije la planta. Esto se verifica en la tierra practicando la operación llamada siembra.

68. — Los órganos de nutrición del vegetal se dividen en subterráneos y aéreos: solo hay uno subterráneo, la raíz; los aéreos, son el tallo, las ramas, las hojas y las flores con el fruto.

Cuestionario para los niños.

62-63. — ¿Cómo se define un vegetal? — ¿Qué diferencia hay entre un vegetal y un mineral? — ¿Qué son órganos? — ¿De qué órganos se compone un vegetal? — ¿Para qué sirven los órganos? — ¿Cuáles son las propiedades fundamentales de un vegetal? — ¿Qué cosa es botánica? — ¿Qué es la vida de una planta? — ¿Para qué vive un vegetal?

64-65. — ¿Cuál es la parte más importante de un vegetal? — ¿Qué cosa es el maíz, el frijol, la lenteja, el garbanzo, el arroz, etc.? — ¿Qué sucede si se ponen en la tierra estos cereales? — ¿Qué contiene la semilla?

66. — ¿Qué cosa es la germinación? — ¿Qué condiciones exige una semilla para germinar? — ¿Por qué debe quedar la tierra floja? — ¿Y para qué se riega la semilla? — ¿En dónde se encuentra la semilla? — ¿Por qué estudiamos la semilla antes que el vegetal?

LECCIÓN DUODÉCIMA

De las raíces de las plantas.

69. — La raíz es la parte del vegetal que crece en sentido opuesto del tallo y se introduce en la tierra si la planta es terrestre, se desarrolla en el agua si la planta es acuática ó se fija en otro vegetal si es parásita.

La raíz tiene, además de la función de absorber del suelo los materiales ó alimentos indispensables para la nutrición y crecimiento del vegetal, la misión no menos importante de dar firmeza en el suelo á toda la planta para que pueda elevarse en la atmósfera y resistir la acción de los vientos.

La raíz es la primera que se desarrolla en el grano, porque es la que va á buscar en el suelo el alimento para que puedan crecer los demás órganos de la plantita.

La raíz nunca es verde, lo cual quiere decir que sus funciones son distintas de las que ejercen los órganos que poseen la *clorofila*, la materia que da el color verde á las plantas.

70. — Para el estudio de la raíz hay que dividirla en tres partes, que son: el *cuello ó nudo vital*, que no es más que la línea que divide el tallo de la raíz; es el punto en donde el mismo eje vegetal cambia de dirección por decirlo así, pues el tallo sale á la atmósfera y se desarrolla en el aire y la raíz se hunde en la tierra y en este medio se desenvuelve. La otra parte que forma la raíz es el *cuerpo*, el eje principal que es como la continuación del tallo dentro de la tierra, y las *raicillas* ó ramificaciones de la raíz principal: también se llama *cabellera* esta parte de la raíz.

71. — La raíz es un órgano de importancia cuyas funciones debe conocer bien el agricultor y el hortelano. Para conocer bien las funciones de la raíz hay que fijarse

en los datos que resultan del estudio del *tamaño, forma, estructura, dirección, duración, y aplicaciones.*

72. — La raíz es siempre más pequeña que el resto del vegetal. Pero cuando se trasplantan los árboles ó arbustos, hay que procurar que el número de ramas ó su follaje sea más reducido que el de la raíz. ¿Por qué razón?

Porque las hojas al funcionar obligan á las raíces á trabajar absorbiendo la humedad de la tierra, y una planta que se le cambia de lugar no tiene desde luego sus pequeñas raicitas distribuidas proporcionalmente para que funcionen, absorbe poca agua, la planta se nutre mal, y si esto se prolonga varios días, se marchitan las hojas y la planta muere.

He aquí por qué es preciso que tenga pocas hojas ó ningunas, pues así las raíces se desarrollan y cuando proporcionan bastante alimento al vegetal, crecen las yemas, que dan abundante follaje, y la planta crece vigorosa y lozana.

73. — Las raíces por su forma se distinguen en raíces capilares, cuando son finas como un cabello, fusiformes, si tienen la forma de un huso como la del nabo, gruesas, delgadas, finas, etc., detalles que se aprecian por comparación con objetos conocidos. En cuanto á su estructura, las raíces se pueden dividir en carnosas, jugosas, fibrosas, blandas, duras, flexibles, quebradizas, etc., también por comparación con objetos conocidos.

Como en la clasificación no se detallan aisladamente estas particularidades, indicaremos la clasificación natural generalmente aceptada. Mas para ir ejercitando el ojo observador de los niños, es conveniente comenzar por hacerlos apreciar en las raíces que sirvan de modelo en las clases la diferencia entre la forma y la estructura.

Las raíces se dividen pues en tres clases: *pivotantes, fibrosas, y tuberosas.*

74. — Se llaman raíces pivotantes aquellas que penetran verticalmente en el suelo, continuando el eje del

tallo en sentido opuesto. Emiten pocas raicillas, y penetran profundamente en la tierra, así es que su alimento lo buscan en lo más hondo del suelo (*fig. 28*).

Este detalle es de importancia sobre todo para el trasplante, pues cuando la planta está muy crecida hay que hacer una excavación profunda hasta alcanzar el límite del crecimiento de la raíz que no siempre se alcanza y se lastima al trozarla. Estos vegetales se cultivan en almáciga y se trasplantan cuando su raíz no está aún muy desarrollada.

La raíz pivotante ó típica como suele llamarse también, puede presentarse sencilla y no muy grande en plantas de mediano crecimiento, pero en los árboles es ramificada y muy grande. Esta raíz la ofrecen la zanahoria, el nabo, bajo la forma simple y ramificada la mayoría de los árboles forestales dicotiledones como el Fresno, la encina, el álamo y otros.

75. — Las raíces fibrosas son aquellas que presentan un verdadero penacho de raíces que se desprenden del cuello vital y que se extienden en todas direcciones en las capas superficiales del suelo.

Estas raíces, las presentan en general las plantas monocotiledóneas, pudiendo servir de tipo la raíz del trigo, la del maíz, la de la palmera, etc.

Luego veremos la importancia práctica que tiene el conocimiento de estas variedades de raíces.

76. — Las raíces tuberosas son como las raíces fibrosas, suponiendo que cada raíz engruese lo bastante para tomar la forma de un tubérculo ó sea como una papa alargada. Aquí lo que importa precisamente es distinguir la raíz tuberosa como la de la dahlia (*fig. 29*), del tubér-



Fig. 28. — Raíz pivotante de la remolacha.

culo, que siempre se desarrolla en la tierra dependiendo de la raíz como en la papa (*fig. 30*), en las orquídeas.

Para que los niños aprecien esta diferencia es preciso tenerles á la vista una raíz de dalia y algunas papas.

La raíz tuberosa tiene más detalle especial que su grueso, el tubérculo es real-

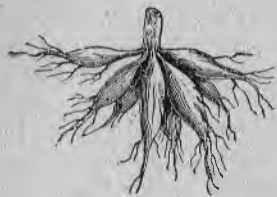


Fig. 29. — Raíces carnosas adventicias de la dahlia.



Fig. 30. — Planta de papa, mostrando los tubérculos en el trayecto de las raíces.

mente un órgano especial que contiene *ojos* ó yemas y estas yemas pueden desarrollar ramas.

La raíz tuberosa sola no puede dar lugar á otro vegetal, en tanto que el tubérculo sí.

77. — Hay otra clase de raíces llamadas adventicias que se desarrollan con diversos fines en algunas plantas. Estas raíces nacen á diversas alturas del tallo, por lo que se llaman aéreas ó adventicias.

En el maíz las raíces adventicias se desarrollan cuando la planta crece en regiones donde soplan vientos fuertes, pues las raíces que nacen á una altura proporcional cerca del suelo se inclinan, se hunden á distancia en la tierra y le dan firmeza al vegetal para que resista las sacudidas del viento.

En otras plantas como la vainilla, la piña anona, las raíces adventicias indican una vida especial en cada tramo del vegetal, pues si esas raíces se fijaran en el

suelo y luego se cortase en pedazos la planta, procurando que cada trozo tuviera sus correspondientes raíces, se obtendrían otros tantos individuos.

Esta es una circunstancia que el cultivador puede aprovechar para la multiplicación de los vegetales que tienen esta clase de raíces adventicias en todo el trayecto del tallo.

78. — La dirección de las raíces se estima por comparación respecto al plano horizontal que forma el suelo en donde se desprende el tallo. Así se dice que es *perpendicular* cuando se hunde en la tierra como lo hace la raíz pivotante; oblicua, si su dirección no es vertical ni horizontal, y horizontal ó rastrera es cuando se dirige por las capas superficiales del suelo sin profundizarse mucho.

79. — La clasificación de las raíces referentes á su duración conviene á todo el vegetal, pero los naturalistas las distinguen en *anuales*, *bisanales* y *perennes*. Las raíces anuales son las que sólo duran un año, como sucede en todas las plantas que en un año ó menos recorren todos los períodos de la vegetación desde sembrarse hasta levantar la semilla, como el trigo, maíz, cebada, etc. Las raíces bisanales corresponden á las plantas que duran dos años; en el primero se robustecen, dan follaje abundante y en el segundo año producen flores y frutos, secándose después, como la zanahoria, remolacha, etc.

Las raíces perennes corresponden á todas las plantas que viven más de dos años, hasta siglos.

80. — Entre las raíces tuberosas hay algunas que sirven de forraje para los animales, como la rutabaga, la zanahoria, la remolacha, el nabo, y muchas especies sirven de alimento al hombre.

La remolacha tiene además aplicaciones industriales muy importantes, porque se utiliza en Europa para extraer y fabricar el azúcar.

Otras raíces como la de zarzaparrilla, la de jalapa, la de ipecacuana, la de ruibarbo, la de contrayerba, contienen principios medicinales que nunca faltan en las boticas

porque los médicos las usan diariamente. Hay raíces, como las de ancusa, cúrcuma, rubia, etc., que contienen materias colorantes y se usan mucho en la tintorería de las grandes fábricas de hilados y tejidos.

Aunque hoy se emplean mucho los colores de anilinas porque son muy variados y muy vistosos, tienen el inconveniente de ser falsos, es decir, que la luz los altera y el agua los disuelve, por lo mismo siempre se utilizarán los colores vegetales que son firmes aunque menos vivos.

La raíz de chinchayote produce una fécula, sagú de chinchayote, que es un alimento muy sano, muy ligero á propósito para enfermos y personas delicadas.

Por estos datos se ve pues que las raíces tienen muchas aplicaciones en la industria y en la economía doméstica. Veamos ahora una de las aplicaciones más importantes en la agricultura.

La diferencia que hay entre la raíz pivotante y la fasciculada ó fibrosa es tan enorme que para el trasplante la primera opone serias dificultades, en tanto que la segunda se presta mucho á cambiar un vegetal no muy crecido con todo su cuerpo de raíces envueltas en tierra y cuyo conjunto se llama cepellón. Un árbol de raíz pivotante cuando su raíz se ha hundido bastante en la tierra no se puede trasplantar sin peligro de perder el árbol.

Muchos horticultores para tener facilidad de trasplantar sus árboles ó venderlos para la exportación, siendo de raíces pivotantes, tienen especial cuidado al pasar los almácigos al punto destinado á su crecimiento, de cortar la raíz pivotante, y así hacen que la raíz se convierta en raíz fibrosa.

Esta operación la practican también en las plantas de asiento escarbando por un lado de la raíz y á una profundidad de 25 á 30 centímetros la cortan (la raíz pivotante) y siguen creciendo las raíces laterales en sustitución de la raíz madre que se ha cortado.

Las raíces pivotantes buscan su alimento en las capas profundas del suelo y las raíces fibrosas en las capas superficiales. Este hecho deben los profesores hacer que lo

estudien bien los alumnos cuando hagan excursiones por el campo. Se elegirán paredones formados por los derrumbamientos que causan las aguas á orillas de los ríos y allí se pueden ver las plantas de la orilla y la profundidad á que hunden sus raíces. Hay plantas que no tienen un metro de altura en el suelo y sus raíces se hunden en la tierra á más de dos metros: estas plantas se llaman esquilmadoras y generalmente son las que más perjuicios causan en los sembrados, por este motivo y otros que más tarde iremos indicando.

Cuando en un mismo suelo se quieren sembrar dos clases de plantas sucesivamente para obtener dos cosechas en el año, hay que elegir plantas que tengan raíces diferentes; es decir que unas, como las del trigo, que son fasciculadas, se alimentan con lo que les ofrece la capa superficial del suelo, y otras plantas, como la remolacha, la zanahoria, que son plantas forragíferas, tienen raíces pivotantes que se alimentan en capas más profundas del suelo, y el cultivo alterno no perjudica á ninguna de las dos.

81. — El conocimiento de las raíces adventicias es también de importancia, pues los jardineros y hortelanos pueden obtener la multiplicación de algunas plantas por medio de las raíces adventicias.

Para favorecer la aparición de las raíces adventicias basta cubrir de tierra una altura mayor del tallo ó hundir en la tierra una rama del vegetal. Cuando se han desarrollado las raíces adventicias, se tiene un nuevo individuo que al cortarlo del tronco principal sigue creciendo por su cuenta.

Este procedimiento es conocido con el nombre de acodo, y es un medio de propagar algunas plantas fundado en el desarrollo de las raíces adventicias.

También en la propagación de los vegetales por *estaca* se aprovecha la aparición de raíces adventicias á diversas alturas del tallo. Cuando se planta una *estaca* de morera, un *sarmiento* de vid, un pie de geranio, se desarrollan raíces adventicias que aseguran la vida de la nueva planta.

Cuando estudiemos en su oportunidad estas materias, entraremos en los detalles indispensables para su perfecto conocimiento.

CUESTIONARIO

69. ¿Qué detalles importantes hay que señalar respecto á la raíz? — 70. ¿Cómo se divide una raíz para estudiarla? — 71. ¿Qué otros detalles pueden darse respecto de la raíz? — 72. ¿Qué hay que notar respecto del tamaño? — 73. ¿Qué hay que notar respecto á la forma y estructura de las raíces? — 74. ¿Cuáles son las raíces pivotantes? — 75. ¿Cuáles son las raíces fibrosas? — 76. ¿Cuáles son las raíces tuberosas? — 77. ¿Qué son las raíces adventicias? — 78. ¿Qué hay que decir respecto á la dirección de las raíces? — 79. ¿Qué hay que decir respecto á su duración? — 80. ¿Qué utilidad ofrecen las raíces en la economía, en la agricultura y en la industria? — 81. ¿Tiene alguna utilidad práctica el conocimiento de las funciones de las raíces adventicias?

RESUMEN

69. — La raíz es la parte de la planta que se fija en el suelo, si la planta es terrestre; se introduce en el agua, si es acuática, ó se fija en otro vegetal si es parásita. Además de servir como órgano de alimentación, tiene un papel de la mayor importancia ayudando á la planta á fijarse en el suelo.

La raíz es la primera que se desarrolla en la semilla, y se reconoce en su color que es distinto del de los otros órganos, pues carece de clorofila ó materia verde, y con esto se demuestra que sus funciones son también distintas de las de otros órganos.

70. — La raíz se divide en tres partes: *cuello ó nudo vital*, que es la parte que separa al tallo de la raíz; *cuerpo*, que es la continuación del tallo en el suelo, y la última, las *raicillas*, que son ramificaciones de la raíz principal, á cuyo conjunto se da el nombre de *cabellera*.

71. — En el estudio de la raíz debe fijarse bien la atención en el tamaño, forma, dirección, duración y aplicaciones.

72. — La raíz está en relación las más veces con el follaje, pues una planta que produce muchas hojas tiene indispensablemente la raíz más grande que la que tiene pocas hojas. Así pues, para trasplantar es necesario que el vegetal tenga el menor follaje posible.

73-74. — Se distinguen varias clases de raíces por su

forma y estructura, así pueden ser capilares, fusiformes, gruesas, ramosas, jugosas, fibrosas. La división natural de las raíces es en tres clases principales: *pivotantes ó típicas, fasciculadas ó tuberosas*. Las primeras penetran verticalmente en el suelo y carecen de raicillas, lo que es muy importante conocer para su trasplante: se cultivan en almáciga.

75. — Las raíces fibrosas son las que se ramifican en las capas superficiales del suelo como el maíz. Generalmente las plantas monocotiledóneas presentan ejemplos de estas raíces.

76. — Las raíces tuberosas son semejantes á las fibrosas distinguiéndose de éstas en que cada una de las ramificaciones toma la forma de un tubérculo. La diferencia que hay entre el tubérculo (papa) y la raíz tuberosa (dahlia) es que el primero lleva ojos en donde se alojan botones ó yemas, en tanto que la raíz carece de ellos.

77. — Las raíces adventicias son las que se desarrollan en el tallo y tienen por fin el ayudar al vegetal á fijarse bien al suelo, como en el maíz, ó bien facilitar otras funciones de nutrición ó multiplicación como en la planta de ornato llamada *piña anona*.

78. — La dirección de las raíces se tomá respecto al plano horizontal que pasa por el suelo en donde está el vegetal; así pueden ser perpendiculares, oblicuas, rastreras ú horizontales.

79. — Se clasifican las raíces por su duración en anuales, bisanuales y perennes. Las primeras duran un año; las segundas, dos; y las últimas, más de dos años.

80-81. — Las raíces se emplean para alimento del hombre, forraje de los animales, para extraer azúcar ó varios principios medicinales; también se extrae de ellas materias colorantes, que tienen grandes aplicaciones en la industria.

Cuestionario para los niños.

69. — ¿Qué parte del vegetal es la raíz?

70. — ¿Cómo se describe una raíz? — ¿Qué es una cabellera?

71-72. — ¿Qué cuidados hay que tener con las raíces al trasplantar los árboles? — ¿Por qué han de tener más raíces que hojas las plantas que se trasplantan? — ¿Qué sucede cuando se dejan muchas hojas al vegetal que se trasplanta? — ¿Por qué los sarmientos no llevan hojas?

73-74-75-76. — ¿Qué aspecto tienen las raíces como la de la zanahoria, la remolacha, el chinchayote, el camote, el nabo, etc.? — ¿Qué diferencia hay entre una zanahoria y la raíz de una planta de maíz? — ¿Cuáles son las raíces pivotantes? — ¿Y cuáles las fibrosas? —

¿Y cuáles las tuberosas? — ¿Á que raíces se les da el nombre de carnosas?

77. — ¿En dónde nacen las raíces adventicias? — ¿Para qué sirven? — ¿Qué beneficios le prestan á la planta del maíz?

78-79. — ¿Cuál es la dirección ordinaria de las raíces? — ¿Cómo se clasifican según su duración?

80. — ¿Qué aplicaciones tienen las raíces? — ¿Para qué sirve el conocimiento de la raíz?

LECCIÓN DÉCIMATERCERA

Del tallo en los vegetales.

82. — Después de la raíz, el órgano que tenemos que seguir estudiando es el tallo. El tallo es la parte del vegetal que crece en sentido opuesto á la raíz y está destinado á producir las ramas que llevan las hojas, las flores y los frutos. Por sus funciones, el tallo es un órgano rígido, leñoso, que da esbeltez y elegancia al vegetal, y en su interior existen los canales ó vasos por donde circula la savia, los jugos propios de la planta y cuyos jugos los toma la raíz del suelo y los lleva al tallo: los vasos de la raíz comunican con los del tallo.

83. — Este es un punto muy fecundo para que los profesores puedan ejercitar á los niños en las ideas de semejanza y diferencia, pues basta fijar la atención en las variedades de forma, de color, de consistencia, de dirección, etc., que ofrecen los tallos de los vegetales para que tengan un tema inagotable durante mucho tiempo.

El tallo puede ser *simple* como el de las palmeras, pues forma un eje cilíndrico más ó menos elevado que remata en un penacho de hojas. El *tallo* compuesto ó ramificado es el tallo ó tronco de los árboles de los bosques y jardines que se divide en ramas, éstas en ramillas, las ramillas en ramúsculos, y éstos en ramuscillos cada vez más finos.

Por su forma, el tallo se divide en *tronco*, *estípite*, *caña* ó *cálamo* y *tallo* en su acepción general.

84. — El tronco es el tallo de los grandes árboles que se desarrollan en las selvas ó en los jardines.

El tronco tiene una forma cónica, pues es más ancho en la base cerca del suelo que en el extremo ó punto en donde comienza á dividirse en ramas.

El tronco, sin ramificarse, tiene una altura variable siendo tanto más alto cuanto más grande es el árbol, y éste alcanza una enorme longevidad, como la encina, el roble, el cedro, el pino, el nogal, etc.

El tronco es propio á las plantas que pertenecen á la gran división de los dicotiledones.

85. — El tallo de las palmeras (*fig. 31*), los grandes helechos, los plátanos, las pitas, etc., lleva el nombre de *estípite* y se distingue del *tronco* en que éste es cónico y aquél es cilíndrico. El estípite tiene una altura más ó menos grande y su grueso es igual en toda su longitud, terminando en un ramillete muy frondoso, formado por las hojas, las flores y los frutos.

El estípite es el tallo propio á los árboles de la clase de las monocotiledóneas.

86. — El cálamo ó caña es un tallo que puede ser hueco, ó sólido, y en el primer



Fig. 31. — Estípite ó tronco de palmera.

caso se llama *cálamo*, y *caña* en el segundo. Es el tallo peculiar á las plantas pertenecientes á las familias de las gramíneas y las ciperáceas.

Sus caracteres son tan marcados que fácilmente se establece la diferencia entre el cálamo ó caña y el tronco y el estípite.

Si se tienen á la vista varios ejemplares de cañas de maíz, cálamos de trigo, cebada, carrizos, etc., se nota que estos tallos son cilíndricos, gruesos en la parte inferior y adelgazándose á medida que se llega al vértice; tienen de trecho en trecho nudos en los cuales se insertan las hojas, cuyo peciolo es envainante porque envuelve una parte del tallo hasta cerca del nudo próximo y de ese punto se desprende la hoja.

En un ejemplar de maíz se estudiarán con cuidado todos estos caracteres.

87. — Todas las plantas pequeñas, arbustos, árboles que no tengan en su tallo los caracteres de forma que corresponden al tronco, al estípite ó al cálamo, se designan con el nombre de tallo, y su constitución generalmente se refiere á la del tronco si es leñoso ó al estípite si es herbáceo.

88. — Según la consistencia del *tallo* (no del tronco, ni el estípite) se clasifica en leñoso, subleñoso y herbáceo.

Es leñoso el tallo de la mayoría de los arbustos como el huisache en los campos, el rosal en los jardines, porque es resistente, duro, tiene la consistencia de la madera y la estructura del tronco.

El tallo subleñoso que también se le llama subfruticoso es el tallo que se rompe con facilidad, pero siempre ofreciendo alguna resistencia porque tiene fibras de madera como se ve en el jaral.

El tallo herbáceo es verde, jugoso, tierno, se rompe con mucha facilidad y ofrece poca resistencia á la destrucción, como se ve en la mayoría de las plantas de jardín y especialmente en las de hortaliza.

Relacionando la duración con la clasificación anterior

podemos decir que el tallo herbáceo pertenece á las plantas *anuales*, es decir, las que en un año ó menos se siembran, crecen, se desarrollan, fructifican, asemejan y se secan. Las plantas *bis anuales* y aun perennes, que viven dos años ó más, tienen un tallo subleñoso, porque mientras más años viven, tienen lugar de ir formando madera. Los árboles seculares, que viven muchos años, son de tronco leñoso, porque tienen el tiempo suficiente para formar la madera ó leña que sólo se forma con el transcurso del tiempo.

89. — Lo único que podrá estar al alcance de la inteligencia del niño en este primer año preparatorio de la instrucción científica, es lo que vamos á indicar respecto á la constitución del tallo.

Si se corta transversalmente una rama de fresno, no muy gruesa, pero tampoco tan delgada que no se pueda estudiar bien su superficie, y luego se corta un cañuto de caña de azúcar, ó caña de maíz, se nota inmediatamente la diferencia de constitución de uno y otro corte.

En la rama de fresno se pueden limitar tres zonas, una exterior formada por la corteza ó la piel del árbol, y en otro ejemplar se despoja una parte de la corteza para hacer apreciable esta diferencia de capas, es decir, que se adquiera el conocimiento de que son independientes. Después de la corteza sigue un cilindro muy duro, es la leña ó cuerpo leñoso, que lleva en el centro un canal lleno de tejidos blandos, esto es lo que se llama medula.

El tronco pues de los grandes árboles está formado de tres partes que de fuera adentro son, la corteza, el cuerpo leñoso y la medula. Lo único que el profesor debe hacer notar á los niños es la regularidad con que están formadas estas partes, como si fueran cilindros que se van metiendo unos en otros.

El tallo del maíz ó caña, tiene una constitución distinta, pues ahí no hay más que una cubierta resistente, la corteza, y luego una medula que ocupa todo el espesor de la caña, porque está formada de un tejido blando, jugoso, azucarado. En el espesor de este tejido se distin-

guen con facilidad unos puntos blanquecinos, que forman grupos concéntricos hasta el exterior, estos puntos son los cabos de las fibras que representan á la madera, y aunque no forman un todo compacto, sí le dan resistencia y elasticidad al tallo.

30. — Además de los tallos indicados podemos aun señalar los tallos subterráneos llamados *rizomas*, porque estos tallos viven en el seno de la tierra, y se distinguen de las raíces en que llevan hojas transformadas en escamas y tienen yemas que al desarrollarse dan lugar á tallos aéreos, como se ve en el lirio (*fig. 32*).



Fig. 32. — Planta de lirio con sus raíces adventicias naciendo de los tallos subterráneos.

Hay una clase de tallos que son muy delgados y muy largos; su crecimiento es ilimitado, por lo que no pueden sostenerse rectos en la atmósfera. Estos tallos si se arrastran por el suelo como la calabacilla loca, las calabazas comunes, etc., se llaman *rastreros*, pero si tienen órganos que les permitan agarrarse á los árboles ú otros objetos ó formar espiras al rededor de éstos, entonces se llaman trepadores, como en la *yedra*, la *pasionaria*, el *jazmín*, etc.

Hay otros tallos que llamaremos tuberculosos, ó simplemente tubérculos, que viven bajo la tierra, se desarrollan acumulando materiales nutritivos, tienen yemas de

donde nacen ramas y no pueden confundirse por estos caracteres con las raíces tuberosas; ejemplos de estos tubérculos los tenemos en la patata, el topinambur.

31. — El conocimiento del tallo y las ramas (que no son sino tallitos que se han ido dividiendo sucesivamente) es útil para saber apreciar todas las aplicaciones que tiene en las artes, en la industria, en la farmacia, en las construcciones, etc., etc.

La simple enumeración de las aplicaciones del tallo á los diversos usos de la vida servirá para demostrar la conveniencia de fijar la atención en su estudio.

Todos los niños han oído hablar de la corteza de quina que se usa en bebida para los enfermos débiles ó contra los fríos; la corteza de cascarilla es un perfume muy agradable; la corteza de encina sirve en las tenerías para curtir las pieles, etc.

La corteza que forma parte del tallo tiene pues aplicaciones en la medicina, en las artes y en la industria.

Los tallos tuberculosos ó tubérculos simplemente, tienen mucha fécula, principio alimenticio, por cuya razón se usan como alimento para el hombre ó como forraje para los animales, el topinambur, la papa, el chinchayote, son tallos tuberculosos que tienen importancia en la alimentación, es decir, en la higiene de los alimentos.

De la madera se construyen todos los objetos que nos son útiles en la casa, las vigas para los techos, las puertas, ventanas, mesas, sillas, cómodas, escritorios, lámpices, marcos, etc., etc., todo lo que está construído con madera proviene de la parte dura del tallo de los árboles.

Hay maderas de color oscuro como el nogal, la uña de gato, de color más claro como el cedro, amarillo paja como el naranjo, blanco como el pino, rosa como el palo de rosa, etc., etc.

Las maderas que tienen fibra muy compacta sirven para objetos de lujo, como el ébano, y otros, cuya fibra es tosca, se usan en objetos corrientes como el pino, el álamo.

La propiedad que tiene el tallo ó las ramas de producir raíces adventicias se aprovecha para reproducir plantas por estaca.

La estaca es una rama que se hunde en la tierra y se le cuida para que enraíce, como se hace con las plantas de morera, de vid, de álamo y otros árboles.

La caña de azúcar almacena mucha sustancia azucarada que se extrae en los trapiches para la fabricación del azúcar.

CUESTIONARIO

82. ¿Qué órganos deberán seguirse estudiando después de la raíz? — 83. ¿Cuántas clases de tallos hay? — 84. ¿Cuáles son los caracteres del tronco? — 85. ¿Cuáles son los caracteres del estípito? — 86. ¿Cuáles son los caracteres del cálamo ó caña? — 87. ¿Cuáles son los caracteres del tallo? — 88. ¿Qué clasificación expresa las designaciones del tallo leñoso y herbáceo? — 89. ¿Se puede conocer aunque sea á grandes rasgos la constitución del tallo? — 90. ¿Qué otras clases de tallos hay que señalar? — 91. ¿Qué interés práctico tiene el conocimiento del tallo?

RESUMEN

82. — El tallo es la parte del vegetal que se eleva en la atmósfera y lleva las hojas, las flores y los frutos.

83. — El tallo puede ser simple, como en las palmeras, ó compuesto, es decir, ramificado, como en los árboles de los jardines y de los bosques.

84. — Por su forma se divide en *tronco*, *estípito*, *caña* ó *cálamo* y *tallo*. El primero tiene la forma de un cono más ó menos pronunciado ramificándose á una altura variable. Este es propio de las plantas dicotiledóneas.

85. — El estípito es cilíndrico y es propio de los vegetales monocotiledóneos.

86. — El tallo que lleva de trecho en trecho nudos donde se insertan las hojas, se llama cálamo ó caña. *Cálamo* se dice cuando es hueco, como en la cebada, y *caña* cuando es sólido, como en el maíz.

87-88. — El tallo que merece este nombre se encuentra en aquellas plantas cuyo tallo no presenta los caracteres de las otras clases. El tallo puede ser leñoso, subleñoso ó herbáceo. Los árboles son siempre leñosos: las hierbas tienen tallo herbáceo; los arbustos por general tienen tallos subleñosos.

89. — En la sección transversal de un tronco (tallo de los dicotiledones) se distinguen tres zonas concéntricas bien limitadas. La del centro es la medula, la exterior está formada por la corteza, y entre estas dos zonas se halla la del cuerpo leñoso.

90. — Los *rizomas* son tallos subterráneos que se distinguen de las raíces en que están provistos de hojas transformadas en escamas y yemas. Los tallos rastreros son los que se extienden por el suelo como en muchas plantas de las cucurbitáceas (calabaza) y se pueden hacer trepadores si se les dirige por hilos, ó por los árboles como la yedra. Los tubérculos no son más que tallos provistos de yemas, como la patata.

91. — Las aplicaciones del tallo son numerosas. Ellos surten la madera para las casas y otros objetos indispensables para la vida; de algunos se obtienen principios medicinales ó se aprovechan algunas de sus partes para la industria, como las cortezas curtientes en las tenerías.

La reproducción por estacas se funda en la propiedad que tienen los tallos de desarrollar raíces adventicias.

Cuestionario para los niños.

82. — ¿Qué cosa es el tallo? — ¿Qué formas puede tener el tallo?

83. — ¿Cómo se clasifica el tallo según su forma? — ¿Qué es el tronco? — ¿Qué es el estípito? — ¿Qué es el cálamo? — ¿Qué es la caña? — ¿Puede haber tallos triangulares, circulares, poligonales, irregulares, etc.? — Dense algunos ejemplos.

87 á 90. — ¿Cuál es el tallo herbáceo? — ¿Cuál es el tallo subleñoso? — ¿Cuál es el tallo leñoso? — ¿Qué plantas duran un año y como se llaman? — ¿Cómo se designan las plantas que duran dos años? — ¿Y las que pasan de tres años, hasta siglos, cómo se llaman? — ¿Hay árboles que viven muchos siglos? — ¿Cómo se estudia la madera del tronco? — ¿Qué aplicaciones tiene el tallo? — ¿De dónde se construyen las vigas de nuestros techos? — ¿De dónde se sacan las tablas para construir los muebles? — ¿Se pueden usar las vigas y las tablas luego que se traen de la sierra? — ¿Qué desperfectos sucederían en un techo con las vigas verdes? — ¿Por qué se separan los ladrillos de los techos y se van cayendo? — ¿Qué es un tubérculo? — ¿Qué es un sarmiento? — ¿Por qué el tubérculo y el sarmiento se plantan, que es lo mismo que si se sembrara la semilla de esos vegetales?

LECCIÓN DÉCIMACUARTA

Hojas, espinas y aguijones.

92. — Después del tallo se debe continuar el estudio del vegetal por las hojas. Las hojas son órganos generalmente aplanados; presentando dos superficies y un borde é insertándose en las ramificaciones del tallo por medio de un eje que le es propio á la hoja, y se llama peciolo.

93. — Las hojas pueden presentar formas geométricas muy variables y su consistencia varía muchísimo, desde la espina de un nopal, que es la hoja, hasta la enorme fronda del plátano.

Los tallos son siempre de forma circular, (cilindros ó conos), y lo mismo son las ramas, en tanto que las hojas son aplanadas, de crecimiento fijo y de consistencia variable.

Además el tallo es un aparato de conducción de la savia y de formación de madera, y la hoja es el órgano destinado á la respiración del vegetal.

En la hoja tiene lugar uno de los fenómenos químicos más curiosos en la vida de las plantas, pero como esto pertenece á la fisiología ó las funciones del vegetal, lo estudiaremos en otro curso, más avanzado, de historia natural.

Teniendo á la vista de los alumnos varias hojas vegetales se les hace notar su constitución general primero, es decir, poner de manifiesto como las hojas están formadas.

94. — La mayoría de las hojas están formadas por una membrana plana que ofrece dos caras y un borde; esta membrana se llama *limbo*. El rabito que la fija á la rama se llama *peciolo*, y este rabito se extiende por el

limbo ramificándose y formando las nervaduras. En algunas hojas, esta nervadura es central y muy manifiesta como en el maíz, el plátano, etc., y se llama *costilla*. Puede suceder que falte el rabito y entonces el limbo se adhiere directamente á la rama y se dice que la hoja es sentada.

La figura geométrica de la hoja se puede reducir á los tres tipos siguientes :

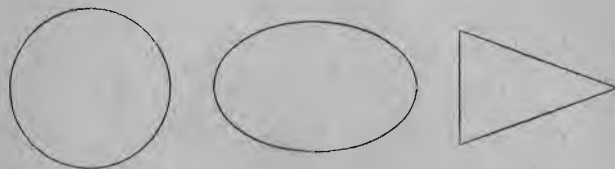


Fig. 33.

el círculo, el óvalo, y el triángulo (*fig. 33*).

La hoja circular perfecta no existe, pero se acerca mucho al círculo la del mastuerzo, y se llaman orbiculares (*fig. 34*).

La forma oval ó elíptica más ó menos estrecha y alargada ó con deformaciones especiales, es la más común en los vegetales.

Las hojas del floripondio, las de la rosa de castilla, son elípticas, y elíptica alargada es la del plátano.

La forma triangular hay que completarla imaginariamente porque, como la circular, no la hay correcta en la naturaleza; pero el alcatras tiene una hoja que se llama sagitada y en ella se construye el triángulo perfectamente, pues la base escotada es una modificación del borde nada más (*fig. 35*).

El estudio minucioso de la forma de la hoja es el más complicado de la organografía vegetal, pero para que el



Fig. 34. — Hoja de malva palmatinervada, cuya forma se acerca al círculo.

niño se forme idea de la forma á que obedece este órgano basta por hoy con lo expuesto.

Por su consistencia las hojas se dicen carnosas ó jugo-

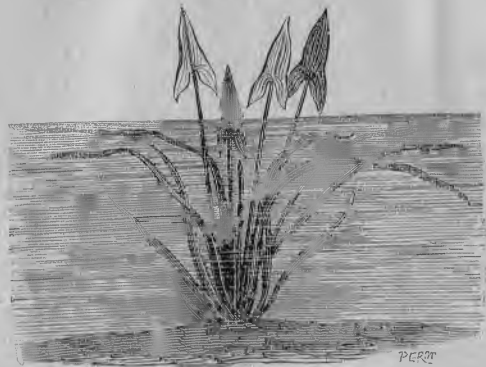


Fig. 35. — Planta de sagitaria con sus hojas sagitadas que se reducen al triángulo.

sas, como la de la siempreviva, coriáceas, como la de las camelias, leñosas, como las espinas de los cactus, membranosas, como las de los demás vegetales.

Por su textura al tacto son lisas, rugosas, espinosas, vellosas, aterciopeladas, etc., etc.

El estudio de las hojas puede facilitar al profesor el medio de hacer apreciar al alumno la semejanza, la analogía y la diferencia, llamando la atención bien sea sobre la figura, el aspecto, la contextura, etc.

95. — Según la manera de estar dispuestas en el tallo, las hojas reciben tres designaciones que es fácil hacer comprender á los niños, procurando tener los ejemplares á la vista.

Las hojas nacen en el tallo á diversas alturas, pero se pueden seguir trazando una línea espiral, pues las hojas se encuentran precisamente en el trayecto de la espiral, y se dice que son *alternas* (fig. 36).

Hay plantas en las cuales las hojas nacen dos á dos, es decir, una enfrente de otra y al mismo nivel, pero las

que nacen arriba forman una cruz con las de abajo, ó van formando también una espira con todas las que nacen en una rama. Estas hojas se llaman opuestas.

Por último, hay plantas que forman una verdadera estrella de hojas y se llaman *verticiladas*. La araucaria forma verticilos de ramas muy elegantes.

96. — La modificación más curiosa que puede ofrecer la hoja es la de los zarcillos. Estos se encuentran en las plantas trepadoras y se pueden observar en la planta de calabaza. El zarcillo es como un tirabuzón y sirve al vegetal para sostenerse en los objetos vecinos y seguir su crecimiento. El zarcillo es una hoja transformada.

97. — Hemos dicho que la hoja sirve al vegetal para su respiración.

Diremos dos palabras sobre esta función para que se aprecie el papel que desempeña la hoja.

La savia que conduce el tallo y que le viene desde la raíz bajo la forma de agua y sales que ha tomado en el seno de la tierra, llega hasta la hoja, y en este órgano se transforma la savia bruta en savia nutritiva; es el trabajo químico que se verifica en la hoja debido á las funciones de transpiración y clorofilización que le son propias. Estas funciones tienen por objeto dotar á la planta de savia nutritiva que es su sangre y con la cual provee al desarrollo de sus órganos más importantes.

Las hojas se usan en la economía doméstica, como ensaladas, el berro, la lechuga, la col, etc., ó como forraje para los animales. En la farmacia se usan muchas hojas para la preparación y la confección de muchas medicinas prescritas por los médicos ó usadas por el vulgo.

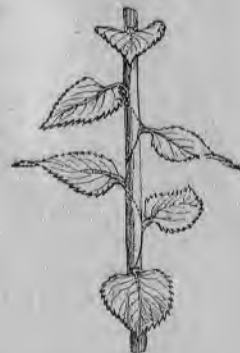


Fig. 36. — Hojas elípticas alargadas en un ramo de durazno. Un fragmento de tallo demuestra que por cada dos vueltas de espira hay cinco hojas.

98. — Á los niños es fácil demostrarles la diferencia que hay entre la espina y el aguijón.

El aguijón es una excrescencia dura, propia de la epidermis, es como una verruga en las personas, sólo que la verruga no se arranca con la facilidad que el aguijón. En el rosal es fácil arrancar los aguijones que protegen su tallo, y quedan unas manchas en los lugares en donde estaba el aguijón. La espina, como en el huisache, es difícil arrancarla sin desgarrar la corteza, porque la espina es como una proliferación de la madera que sale al través de la corteza.

En resumen, el aguijón es una excrescencia de la epidermis y se arranca ó cae con facilidad. La espina tiene su origen en las fibras de la madera y no se puede arrancar sin desgarrar la corteza y sacar un jirón de madera.

CUESTIONARIO.

92. ¿Qué otra parte del vegetal se estudia después del tallo? — 93. ¿En qué se distingue la hoja del tallo? — 94. ¿Qué particularidades hay que notar en las hojas? — 95. ¿Cómo se distinguen las hojas por su disposición respecto al tallo? — 96. ¿Qué otras formas especiales hay de hojas? — 97. ¿Qué utilidad presentan las hojas? — 98. ¿Qué diferencia hay entre las espinas y los aguijones?

RESUMEN

92. — Las hojas son órganos planos que se insertan al tallo por un eje llamado peciolo.

93. — Se distinguen del tallo en la forma y la consistencia, siendo además órganos por donde respira la planta, mientras que el tallo solo sirve para conducir la savia.

La hoja generalmente se forma de una membrana plana de dos caras y un borde, y se llama *limbo*. La hoja se fija al tallo ó rana por medio del peciolo, y si éste falta, la hoja se llama *sentada*.

94. — La forma de la hoja se puede referir á las tres figuras fundamentales siguientes: el círculo, el óvalo, el triángulo. Hay mucha variedad de formas en las hojas, y cada una de ellas recibe un nombre especial: orbiculares, elíp-

ticas, sagitadas, lanceoladas, peltadas, etc. Por su textura se distinguen en lisas, rugosas, espinosas, aterciopeladas, etc.

95. — Según su disposición en el tallo, las hojas pueden ser alternas, opuestas y verticiladas. Las primeras están insertas en una espiral; las opuestas son dos hojas dispuestas á uno y otro lado del tallo á la misma altura, y las verticiladas se insertan varias á la misma altura y en circunferencia.

96. — Los zarcillos de las plantas trepadoras no son otra cosa que hojas modificadas.

97. — La función de la hoja es transformar la savia que conduce el tallo en estado natural al estado orgánico haciendo lo propio para la nutrición de los tejidos del vegetal.

Las hojas se emplean como alimento, en la preparación de medicinas y también como forraje.

98. — Las espinas se distinguen de los aguijones en que las primeras, por ser una prolongación de las fibras del tallo, presentan una resistencia al querer arrancarlas, y los segundos se caen fácilmente porque son un producto verrugoso de la corteza del vegetal.

Cuestionario para los niños.

92. — ¿Qué son las hojas? — ¿Qué diferencia hay entre una penca de maguey, una penca de nopal y una hoja de higuera? — ¿Qué diferencia hay entre las pencas de maguey y las del nopal? — ¿Las espinas del nopal son realmente espinas? — ¿Á qué órgano sustituyen las espinas del nopal?

93-94. — ¿Cuáles son las formas geométricas á que pueden reducirse las hojas? — ¿Qué forma tiene la hoja del mastuerzo? — ¿Qué forma tiene la hoja del alcátraz? — ¿Qué forma tiene la hoja del floripondio? — ¿Qué forma tiene la hoja del maíz? — ¿Qué forma tiene la hoja de los *chismes*? — ¿Qué consistencia al tacto ofrece la hoja de la camelia? — ¿Qué impresión causa al tacto la hoja del geranio? — ¿Qué sensación produce la hoja de la siempreviva? — ¿Cómo se llama la hoja de la siempreviva? (jugosa y carnosa).

95. — ¿Qué disposición tienen las hojas en el tallo? — ¿Cuáles son las hojas alternas? — ¿Y las opuestas? — ¿Y las verticiladas?

96. — ¿Qué son los zarcillos? — ¿Para qué sirven al vegetal los zarcillos? — ¿En qué plantas se encuentran los zarcillos?

97. — ¿Para qué sirven al vegetal las hojas?

98. — ¿Qué cosa es una espina? — ¿Qué diferencia hay entre una espina y un aguijón?

LECCIÓN DÉCIMAQUINTA

De la flor y del fruto.

99. — La flor es un aparato compuesto de muchos órganos distintos, destinados á la formación de la semilla. La flor es pues el órgano de la multiplicación de las plantas.

100. — La flor completa se compone de cuatro partes bien distintas, que son : el *cáliz*, la *corola*, el *androceo*, y el *gineceo*.

Las dos primeras, el *cáliz* y la *corola*, forman lo que se llaman cubiertas florales, porque en botánica la flor está representada sólo por las otras dos, el *gineceo*, y el *androceo*.

En algunas flores puede faltar una de las cubiertas florales, que generalmente es la *corola*. En otras puede existir sólo el *gineceo* ó el *androceo* con sus respectivas cubiertas.

101. — El *cáliz* es la primera parte que se nota en la flor, porque es el que sirve de cubierta protectora de los demás órganos en el botón.

El *cáliz* conserva su estructura foliar, porque es siempre verde cuando existe la *corola*, y cuando falta ésta, entonces toma diversos colores y se llama *cáliz coroloide* ó *petaloideo*.

El *cáliz* puede estar formado por varias hojas soldadas en un tubo, y se llama *cáliz monosépalo*, ó tener sus hojas separadas, y se llama *polisépalo*, es decir, formado por una sola hoja ó por muchas, porque las hojas del *cáliz* se llaman *sépalos*.

En el *cáliz petaloideo* como el del lirio, tienen sus *sépalos* el aspecto de los órganos que están sustituyendo ó representando.

En este caso la hoja que hace las veces del *cáliz* se llama *bráctea*, pero no tiene los caracteres ni la disposición de los *sépalos*.

102. — La *corola* es la segunda cubierta protectora de los órganos florales. Es de colores muy vivos y forma la parte que más atractivo ejerce á la vista. Es lo que generalmente se cree que es la flor.

Las hojas que forman la *corola* se llaman *pétalos* y están formados por una membrana de color muy vivo llamada *lámina* y un apéndice que representa al peciolo y se llama *uña*. Véase una hoja ó *pétalo* de *adornidera*, *rosa* de *castilla*, etc.

Si los *pétalos* se sueldan y forman un tubo continuo como en la *yedra*, se llama *corola monopétala*, pero si están independientes, se dice que es *polipétala*, como en la *amapola*. Puede muy bien ofrecer algunas series de *pétalos* como en las *rosas* llamadas *dobles*.

En algunas plantas de la familia de las *sinantéreas*, como en el *maíz de tejas*, el *ojo de gato*, la *margarita*, las flores son numerosas y es poco visible la *corola*, y los *pétalos* que forman una *corona*, blanca en la *margarita*, amarilla en las otras flores, es sólo una *lámina* de la *corola* de las flores exteriores que se llama *ligula*, es un *pétalo*, pero corresponde á una flor cada una de esas *ligulas*.

103. — Se llama *androceo* al conjunto de los *estambres*, que representan el sexo masculino en las flores.

Los *estambres* se distinguen en que son unos filamentos más ó menos *desarrollados*, que sostienen en el extremo un órgano semejante á una *lenteja* ó un *frijol*, alargado pero muy *pequeño*. Si se examinan estos filamentos en una flor de *floripondio*, se verá que están pegados á la *corola*, que forman un filamento largo, delgado como un *cerillo* y lleva en el extremo un cuerpo alargado, cubierto de un polvo muy fino, amarillento. El *filamento* lleva este mismo nombre, el cuerpo que está en un extremo es hueco y se llama *antera*; en la cavidad de la *antera* está el *polen*.

104. — El *polen* es la materia fecundante de la flor.

105. — El *gineceo* es la parte central de la flor y consta de tres partes: el *ovario*, el *estilo* y el *estigma*.

El *ovario* es la parte más interesante de la flor, porque es el que se transforma en fruto y es el que lleva las semillas futuras.

El *estilo* es un filamento semejante al del estambre, como puede verse en la flor del floripondio: una vez despojada de la corola, queda entonces el ovario que forma un abultamiento en la parte inferior, se continúa el estilo que termina en otro pequeño abultamiento llamado *estigma*.

Este órgano, el *estigma*, sirve para fijar el polen que se desprende de la antera.

En algunas flores puede faltar el estilo, y entonces el *estigma* ó los *estigmas* adhieren al ovario. Exáminese con cuidado una flor de adormidera y se distinguirán los pétalos, luego los estambres, ó el *androceo* que forman

un grupo al rededor del ovario. El ovario está en el centro, voluminoso, formando lo que se llama la *cápsula*, y en la parte superior están los *estigmas* dispuestos en forma radiada. Si se abre la *cápsula* de la adormidera, se

encontrará que está llena de unos granitos muy pequeños, como chaquiras finas (*fig. 37*); son los *óvulos* que después de la fundación crecen, maduran y se convierten en semillas.

106. — El fruto es el ovario fecundado, desarrollado y maduro.

No vamos á dar la clasificación de los frutos porque

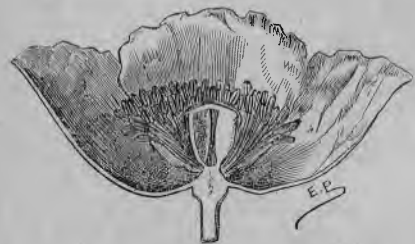


Fig. 37. — Flor de adormidera cortada por la mitad para mostrar los pétalos, los estambres que rodean el ovario y éste mostrando á la derecha un grupo de óvulos.

no está todavía al alcance intelectual de los niños, limitándonos solamente á tomar un tipo, el más fácil de comprender para los niños, y describir las partes que forman el fruto completo.

107. — Tomaremos como modelo de un fruto completo un durazno, y examinaremos una á una las partes que lo componen (*fig. 38*). Algunas personas saben partir con habilidad el durazno. Para esto colocan el rafé ó canalito que tiene este fruto sobre el filo de un cuchillo y lo hunden hasta el hueso, y entonces golpean suavemente hasta que lo dividen en dos mitades.

¿Qué parte se ve entonces que forma un durazno?

De fuera hacia adentro contamos la cáscara, la parte carnosa, el hueso y la semilla. Si hacemos abstracción de la semilla, nos queda la cáscara, la pulpa y el hueso, á cuyo conjunto daremos el nombre de *pericarpio*.

Pericarpio quiere decir, lo que rodea al grano porque el grano es el verdadero fruto. ¿Y por qué es el verdadero fruto? Porque el grano ó semilla es la parte que después de sembrada da lugar á otro vegetal: el grano es el que se reproduce y por lo mismo es un órgano delicado que la naturaleza protege muy bien.

Así pues las partes que forman el *pericarpio* son cubiertas protectoras del grano.

108. — La cáscara ó membrana exterior de los frutos se llama *epicarpio*, que quiere decir la membrana que está más por encima en las cubiertas del grano.

El aspecto de esta parte es variable. Hágase apreciar á los niños la diferencia en varios frutos, la cáscara del mamey, del higo, de la pera, la uva, el melón, la sandía, etc., etc.

La segunda membrana, la carnita ó pulpa del durazno, del melón, del mamey, etc., forma lo que se llama

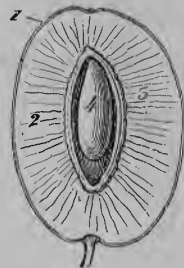


Fig. 38. — Fruto de hueso, mostrando las diversas partes que lo componen.

el sarcocarpio ó membrana carnosa que protege al grano.

La tercera membrana, muy variable en su consistencia, es huesosa en algunos frutos, como en el coco de agua, el mamey, el durazno, etc., y se llama *endocarpio*, es decir, la membrana que es más interior y protege al grano.

109. — El grano ó semilla es la parte del fruto que se halla protegida por el pericarpio.

Si se examinan las almendras del durazno, se advertirá desde luego que estas almendras están cubiertas por una membrana propia que se llama *epispermo*. Epispermo quiere decir membrana que protege al embrión. ¿Cuál es el embrión? El embrión es un cuerpecito en forma también de almendra muy alargada pero muy chiquita, que se encuentra entre las dos almendras cerca del borde más grueso; el embrión está pues protegido por estas dos almendras que se llaman *cotiledones*.

Hay plantas cuya semilla tiene dos cotiledones, como la que estamos examinando, pero otras no tienen más que una sola almendra ó cotiledón, como el trigo ó el maíz.

110. — El embrión es un vegetal en miniatura, muy pequeño, tan pequeño que en semillas chicas, como la mostaza, la chia, la linaza, la adormidera, etc., sólo puede verse al microscopio y con un aumento de más de 300 diámetros.

El embrión está formado por los dos cotiledones ó por uno solo, y en otra clase de plantas falta enteramente este órgano: así pues no es esencial al embrión. Pero los que nunca faltan son la radícula, el talluelo y la yemita, es decir, los órganos que serán después de la germinación ó su nacimiento en la tierra, raíz, tallo y el primer par de hojitas en el nuevo vegetal.

CUESTIONARIO.

99. ¿Qué cosa es la flor? — 100. ¿De qué partes se compone una flor? — 101. ¿Qué cosa es el cáliz? — 102. ¿Qué cosa es la corola? —

103. ¿Á qué se da el nombre de androceo? — 104. ¿Qué es el polen? — 105. ¿Qué cosa es el gineceo? — 106. ¿Qué cosa es el fruto? — 107. ¿Qué partes forman un fruto? — 108. ¿Cómo se llaman las partes que forman el pericarpio? — 109. ¿Qué cosa es el grano? — 110. ¿Qué cosa es el embrión?

RESUMEN

99-100. — La flor es el órgano de la reproducción en los vegetales. Se compone de cuatro partes: el cáliz, la corola, el androceo, y el gineceo ó pistilo. Las dos primeras se llaman cubiertas florales, constituyendo la flor tal como se considera en Botánica, sólo las dos últimas. En muchas flores faltan una ó dos de estas partes.

101. — El cáliz es la primera cubierta de la flor, la envoltura verde que rodea las demás partes de este órgano vegetal: se compone de hojas llamadas sépalos y por esto puede ser *monosépalo* (formado de una pieza) ó *polisépalo* (formado de varias hojitas ó piezas).

Cuando falta algún órgano y que el cáliz lo sustituye, toma su forma, denominándose entonces petaloideo, y las hojas que sustituyen al cáliz se les llama *brácteas*.

102. — La segunda envoltura floral, la corola, es la que forma lo que comunmente se llama flor y está formada de hojitas diversamente coloreadas que se llaman *pétalos*. Cada uno de éstos se forma de una membrana llamada *lámina* y de un peciolito llamado *uña*.

Si sólo hay un pétalo (reunión de varios pétalos en uno) la corola es *monopétala*, y *polipétala*, cuando hay varias hojas separadas.

103. — El androceo se forma de los estambres que son unos filamentos, que llevan en su extremidad superior un órgano hueco semejante á una lenteja ó un fríjol llamado antera. Los estambres representan el sexo masculino en la flor.

104. — El *polen* es la materia fecundante. Este se halla contenido en la cavidad de la antera.

105. — El gineceo es la parte central de la flor y se divide en tres partes: ovario, estilo, estigma.

El ovario es el órgano principal que después se transforma en fruto. El *estilo* es un filamento hueco que comunica con el ovario y lleva en su extremidad libre un *estigma*, órgano que sirve para recoger el polen que dejan en libertad las anteras. En algunas flores falta el estilo, como en la adormidera.

106 á 108. — El frute es el ovario fecundado y maduro. El fruto se compone del *pericarpio* y la *semilla*, formando el primero la cáscara (*epicarpio*), la parte carnosa (sarcocarpo) y la membrana que algunas veces es un hueso (endocarpo).

109. — La semilla está formada de una membrana llamada epispermo que cubre dos ó una almendras llamadas *cotiledones*. Si hay dos pertenece á las dicotiledóneas, y si hay una, á las monocotiledóneas.

110. — Además de los cotiledones se observa un cuerpecito que tiene el aspecto de una almendra alargada : es el embrión.

Este es una planta en miniatura y es el que desarrollado producirá un vegetal.

Cuestionario para los niños.

99. — ¿Qué cosa es la flor? — ¿Dense algunos ejemplos de flores?

100. — ¿De cuántas partes se compone una flor?

101. — ¿Qué cosa es el cáliz? — ¿Qué cosa es una bráctea? — ¿Cuál es el cáliz gamosépalo? — ¿Cuál es el cáliz polisépalo?

102. — ¿Qué cosa es la corola? — ¿Cuál es la flor para la generalidad? — ¿De qué se compone la corola? — ¿Cómo se llama la corola de yedra? — ¿Cómo se llama la corola de una rosa de castilla?

103. — ¿Qué es el androceo? — ¿Qué cosa es un estambre?

104. — ¿Qué cosa es el polvillo amarillento que dejan las flores en los dedos cuando se les corta?

105. — ¿Qué cosa es el gineceo? — ¿De qué partes se forma el carpelo? — ¿Qué cosa es el ovario? — ¿Para qué sirve el estigma? — ¿Qué contiene el ovario?

106. — ¿Qué cosa es el fruto?

107. — ¿Cómo se llama la cáscara ó piel de un durazno? — ¿Cómo se llama la parte carnosa? — ¿Cómo se llama el hueso?

109. — ¿Qué contiene en su interior el hueso del durazno? — ¿Á qué se da el nombre de cotiledones?

110. — ¿Qué es el embrión? — ¿Qué son los huesos del mamey? — ¿Qué contienen en su interior?

ZOOLOGÍA

LECCIÓN DÉCIMASEXTA

Clasificaciones zoológicas. Caracteres de los vertebrados.

111. — Un animal es un ser organizado que tiene la facultad de nutrirse y reproducirse, y al mismo tiempo siente y se mueve.

Las plantas y los animales son seres organizados.

Las plantas y los animales se nutren y se reproducen.

La planta no siente; la sensitiva es irritable y por eso pliega sus hojas, pero no siente.

El animal siente. La sensibilidad tiene por objeto excitar sus movimientos para huir de lo que les hace daño ó buscar lo que les es necesario, como el alimento para su nutrición.

La planta no se mueve; está fija al suelo por medio de las raíces. El animal tiene músculos que lo ponen en movimiento, y puede cambiar de un sitio á otro.

112. — La parte de la historia natural que se ocupa del estudio de los animales es la *Zoología*.

113. — Si se observan con atención las formas de un pez, de una rana, de una lagartija, de una víbora, de una araña, de una mariposa, de un mayate, de un ciempiés, de un pato, de una gallina, de un murciélago, de un gato, de un perro, de un caballo, de un mono, en fin, se encuentra una gran diferencia de unos á otros, sin mucho esfuerzo.

Sin embargo, no es tan difícil establecer una clasificación que sirva para determinar las bases de nuestro estudio ó para orientarnos en el plan que corresponde á este curso.

El gran naturalista Cuvier distribuyó el reino animal en cuatro tipos que, procediendo de los más inferiores á los más perfectos, son :

Radiados ó zoófitos ;
Moluscos ;
Articulados ;
Vertebrados.

Los *zoófitos*, como su nombre lo indica, son animales-plantas porque tienen caracteres que los incluyen entre los animales y otros que los incluyen entre las plantas.

Los *corales*, las esponjas, son animales que viven sujetos al suelo y por eso se llaman zoófitos, pero otros llevan el nombre de radiados por su forma estrellada, como puede verse en una estrella de mar.

Los *moluscos* tienen un cuerpo blando, irregular, protegido por una cubierta caliza ó placas córneas, como se ve en los caracoles y los ostiones, las almejas, etc.

Los *articulados* tienen un cuerpo blando, protegido por una especie de estuche córneo que es el que forma su esqueleto exterior. Además, este estuche está dividido en varias piezas ó anillos que se suceden unos á otros para formar el cuerpo del animal y por esto se llaman articulados. Un ciempiés ó un julus (el ciempiés del campo) dan idea exacta de un articulado.

Los *vertebrados* son los animales superiores en la escala zoológica, y su nombre les viene de que poseen un esqueleto interior que tiene unos huesos llamados *vértebras* que por su disposición sirven para alojar el sistema nervioso de estos animales.

Como en este curso preparatorio tenemos que ocuparnos solamente de los caracteres generales de los vertebrados, describiendo para mejor inteligencia del tipo, algunas especies importantes, vamos á detallar el programa de este estudio.

■ ■ ■. — El detalle más importante en el tipo de los vertebrados es que todos poseen un esqueleto interior óseo, el cual esqueleto puede dar idea de las costumbres, de

la alimentación, de la perfectibilidad del animal á que pertenece.

Si el museo escolar tiene sus esqueletos de mamíferos, de aves, de reptiles y de peces, hay que mostrarlos á los niños para que vayan apreciando la diferencia y las analogías.

Este esqueleto formado de numerosas piezas llamadas huesos, articulados por medio de ligamentos naturales que las fijan y les permiten los movimientos adecuados á su fin, determina por sí solo las regiones más importantes del cuerpo, que son la cabeza, el tronco y los miembros.

Lo que el vulgo llama calavera, es el cráneo y la parte superior de la cara, pero si tiene la quijada inferior la cabeza está completa.

Esta parte del esqueleto protege al cerebro, los órganos de los sentidos, ojos, oídos, olfato, gusto (situado en la lengua) y se continúa con la columna vertebral.

La columna vertebral está formada de muchas piezas llamadas vértebras que, colocadas unas sobre otras, constituyen una columna hueca, y en ese hueco se aloja un prolongamiento del cerebro llamado medula espinal.

Vulgarmente se llama espinazo á la columna vertebral.

Una parte de la columna sirve de eje sólido al cuello, y el cuello es la parte del cuerpo que une la cabeza al tronco.

El tronco es la parte más abultada del cuerpo en toda la serie animal, y lo forman la columna vertebral, las costillas, y partes blandas ó músculos.

La parte superior del tronco es el pecho y en él están alojados el corazón y los pulmones. La parte inferior es el abdomen ó vientre y en él residen los órganos de la digestión, estómago ó intestino, hígado, bazo, etc. Los riñones que sirven para separar la orina de la sangre que es un líquido excrementicio.

Los vertebrados tienen sólo cuatro miembros más ó menos transformados según sus necesidades de vida. En

los mamíferos, las extremidades anteriores ó patas anteriores, son : en las aves, las alas; en los murciélagos, las alas membranosas ; en los peces, las aletas anteriores ; en las ranas, los brazos anteriores también.

Los miembros posteriores son los que menos transformaciones sufren en la serie : se encuentran bien definidos en los mamíferos, en las aves, en los batracios, en los peces corresponden á las aletas posteriores.

Los vertebrados poseen un sistema nervioso, un sistema muscular, órganos de los sentidos más ó menos perfectos para ver, oír, oler, gustar y palpar.

La circulación es doble, porque tienen una circulación que va del corazón á los pulmones y otra que va del corazón á todos los puntos del cuerpo.

El corazón tiene cuatro cavidades, la sangre es roja y su temperatura constante.

La respiración es pulmonar, aunque hay animales que la tienen branquial porque respiran dentro del agua, y los pulmones de estos animales, como los de los peces, se llaman branquias.

Las modificaciones que sufren sus extremidades, el pelo ó pluma que cubre su cuerpo, la boca con ó sin sistema dentario, la forma general en fin, sirven para ir caracterizando las especies ó mejor dicho los órdenes y los géneros.

115. — La primera división del tipo de los vertebrados la fundan los naturalistas en la forma de la respiración que nosotros podemos explicar diciendo que en esa gran serie de animales que pertenecen á los vertebrados, hay unos que respiran siempre en el aire por medio de pulmones, hay otros que pasan una parte de su vida en el agua y el resto en el aire, y por eso se les llama anfibios, y otra serie de animales que sólo pueden vivir en el agua.

Precisemos ahora científicamente estos detalles : los animales que respiran siempre en el aire por medio de pulmones forman un grupo que comprende tres clases : 1^a Mamíferos; 2^a Aves; 3^a Reptiles.

Los animales que tienen una respiración branquial y viven sólo en el agua en la primera edad, y en su estado adulto respiran con pulmones en el aire, forman una sola clase, que son los *Batracios*, y por último, los animales que respiran con branquias y viven dentro del agua forman otra clase, que son los peces.

Las branquias es lo que vulgarmente se llaman *agallas* en los peces y son los pulmones con que respiran dentro del agua.

Cada una de estas clases es susceptible de una clasificación : vamos á presentar el cuadro general para después detenernos en el estudio de los tipos más importantes, bien por su utilidad, bien por los servicios que le prestan al hombre.

116. — Los mamíferos se dividen en 13 órdenes, que son :

- 1^{er} orden : Bimanos, tipo, el hombre ;
- 2^o » Cuadrumanos, tipo, los monos ;
- 3^{er} » Carnívoros, tipo, el perro, el oso ;
- 4^o » Anfibios, tipo, la foca ;
- 5^o » Quirópteros, tipo, el murciélago ;
- 6^o » Insectívoros, tipo, el topo ;
- 7^o » Roedores, tipo, el ratón ;
- 8^o » Desdentados, tipo, el armadillo ;
- 9^o » Paquidermos, tipo, el caballo, el elefante ;
- 10^o » Rumiantes, tipo, la oveja ;
- 11^o » Cetáceos, tipo, la ballena ;
- 12^o » Marsupiales, tipo, el kanguro (tacuache) ;
- 13^o » Monotremos, tipo, el ornitorinco.

117. — Las aves se dividen en seis órdenes, que son :

- 1^{er} orden : Rapaces, tipo, el tecolote ;
- 2^o » Pájaros, tipo, el gorrión ;
- 3^{er} » Trepadoras, tipo, el perico ;
- 4^o » Gallináceas, tipo, la gallina ;
- 5^o » Zancudas, tipo, la garza ;
- 6^o » Palmípedas, tipo, el pato.

118. — Los reptiles se dividen sólo en tres órdenes, que son:

- 1^{er} orden : Quielonios, tipo, la tortuga ;
- 2^o » Saurios, tipo, la lagartija ;
- 3^{er} » Ofidios, tipo, la vibora.

119. — Los batracios se dividen en sólo dos grupos, según que tienen cola ó carecen de ella.

- 1^{er} grupo : Anuros, tipo, el sapo ;
- 2^o » Urodelos, tipo, la salamandra.

120. — Los peces se dividen en dos grandes grupos, según que su esqueleto es óseo ó es cartilaginoso.

El grupo de los peces óseos tiene seis órdenes, que son :

- 1^{er} orden : Acantopterigios, tipo, pez espada ;
- 2^o » Malacopterigios abdominales, tipo, la sardina ;
- 3^{er} » Malacopterigios sub-branquiales, tipo, el bacalao ;
- 4^o » Malacopterigios ápodos, tipo, la anguila ;
- 5^o » Lofobranquios, tipo, el hipocampo ;
- 6^o » Plectognatos, tipo, el pez cofre.

El grupo de los peces cartilaginosos, es decir, que su esqueleto no está osificado sino en el estado de cartilago, comprende tres órdenes, que, siguiendo la numeración progresiva, son :

- 7^o orden : Esturiones, tipo, el esturión ;
- 8^o » Selacios, tipo, el tiburón ;
- 9^o » Ciclostomos, tipo, la lamprea.

121. — El carácter fundamental que distingue á los mamíferos especialmente en los primeros once órdenes, está en que los hijos de estos animales nacen vivos y en un estado de perfección relativa porque tienen bien desarrollados todos sus órganos y sólo les falta robustecerse y ejercitarse cada uno en su fin fisiológico. Además hay otro detalle relativo á la perfección instructiva de

estos animales y es que durante los primeros días de su vida, dependen enteramente de la madre que los amamanta y los nutre. La naturaleza dota á la hembra de instintos especiales para el cuidado, la protección y la mejor nutrición de su cría. Llevan el nombre de mamíferos, precisamente porque la hembra posee unos órganos llamados *mamas* que son los aparatos que fabrican la leche para la nutrición de la prole.

122. — El primer orden de los mamíferos lo representa un solo tipo, el hombre, que es el único que posee los caracteres siguientes : estación recta, manos con pulgar oponible organizada para la prehensión y el servicio de la inteligencia. Los naturalistas sólo señalan estos caracteres como fundamentales : posición recta, dos pies y dos manos, porque ningún otro animal posee estos caracteres físicos.

Pero como no vamos á ocuparnos de la especie humana, porque el estudio antropológico corresponde á cursos más avanzados, nos basta con señalar el lugar que ocupa el hombre en la serie natural. Pertenece al orden de los bimanos y forma una sola especie, cuyo tipo es el hombre.

Por lo demás, el profesor puede ampliar estos detalles, haciendo que los niños se fijen en los caracteres físicos principales como la forma de la cabeza, los órganos que hay en ella y para qué sirven los miembros y su uso, los movimientos que ejecutan, y la manera de ejercitarlos, etc., etc., las diferencias de color en el pelo, en los ojos, en la piel, la forma de la nariz y sus designaciones. Esto puede servir para hacerles fijar el tipo de la belleza en las proporciones, etc., etc.

CUESTIONARIO.

111. ¿Cómo se define científicamente un animal? — 112. ¿Qué parte de la Historia natural estudia los animales? — 113. ¿Cómo se clasifican los animales para el estudio? — 114. ¿Cuáles son los caracteres naturales de los vertebrados? — 115. ¿Cuál es la primera división del tipo de los vertebrados? — 116. ¿Hay otras clasificaciones para el estu-

dio de los vertebrados? — 117. ¿Cuál es la clasificación de las aves? — 118. ¿Cuál es la clasificación de los reptiles? — 119. ¿Cuál es la clasificación de los batracios? — 120. ¿Cuál es la clasificación de los peces? — 121. ¿Cuál es el carácter distintivo de los mamíferos? — 122. ¿Qué caracteres pertenecen al primer orden de los mamíferos?

RESUMEN

111. — Animal es el ser organizado que tiene sensibilidad y movimientos voluntarios. Se distingue de la planta en que ésta carece de sensibilidad y movimiento.

112. — La Zoología es la parte de la Historia Natural que estudia los animales.

113. — Cuvier dividió los animales para su clasificación en cuatro tipos : Radiados ó Zoófitos, Moluscos, Articulados y Vertebrados.

Al primero pertenecen aquellos que presentan caracteres que los asemejan á los vegetales. Ejemplo, los corales.

Los moluscos tienen el cuerpo blando protegido por una cubierta caliza, como los caracoles.

Los articulados tienen el cuerpo blando y también protegido por un estuche; éste se forma de anillos articulados cada uno con el que sigue. Ejemplo, el ciempiés.

114. — Los vertebrados poseen un esqueleto interior, que tiene unos huesos llamados vértebras que alojan el sistema nervioso : de allí les viene su nombre.

El cuerpo de los vertebrados se divide en cabeza, tronco y miembros. La parte principal de la cabeza es el cráneo, vulgo calavera, que encierra el cerebro, y la cara que contiene los principales órganos de los sentidos.

El tronco lo forma la caja torácica construída por la columna vertebral, y las costillas, y encierra los órganos de la respiración (pulmones) y de la circulación (corazón).

Después siguen los miembros que (en el hombre) constituyen los brazos y las piernas modelados por el sistema muscular á que vulgarmente se da el nombre de carne.

En las aves los brazos están representados por las alas, y en los peces por las aletas anteriores.

115. — La respiración en los animales terrestres y anfibios se hace en los pulmones, y en los acuáticos en las branquias.

Los vertebrados se dividen en dos grupos según el modo de hacerse la respiración : 1º respiración pulmonar; 2º respiración branquial.

116-117-118-119-120. — Los vertebrados de respiración pulmonar se dividen en Mamíferos, Aves y Reptiles. Los vertebrados de respiración branquial se dividen en Batracios y Peces.

121. — Los mamíferos se distinguen de los demás órdenes en que nacen vivos, y su nombre les viene de que las madres los amamantan durante los primeros días de su vida.

122. — El orden de los bimanos no tiene más que una especie, que es el hombre, y forma el único tipo de la *especie humana*.

Cuestionario para los niños.

111. — ¿Qué diferencia hay entre un animal y una planta? — ¿Cómo se define el animal? — ¿Por qué siente el animal? — ¿Por qué se mueve el animal? — ¿Siente también el vegetal? — ¿Se mueve la planta?

112. — ¿De qué se ocupa la zoología? — ¿Cuál es la división fundamental del reino animal? — ¿Qué quiere decir vertebrado? — ¿Qué quiere decir articulado? — ¿Qué quiere decir molusco? — ¿Qué quiere decir zoófito? — ¿Cuáles son las principales partes del cuerpo de los vertebrados? — ¿En cuántas partes se divide el cuerpo del hombre? — ¿Qué partes forman la cabeza? — ¿Qué hay en el cráneo? — ¿Qué hay en la cara? — ¿Qué se entiende por tronco? — ¿Qué órganos hay en el tronco? — ¿De qué partes se componen los miembros superiores? — ¿De qué partes se componen los miembros inferiores?

116-117-118. — ¿Á qué orden pertenece el hombre? — ¿Á qué orden pertenece el mono? — ¿Á qué orden pertenece el perro? — ¿Á qué orden pertenece el murciélago? — ¿Á qué orden pertenece la foca? — ¿Á qué orden pertenece el topo? — ¿Á qué orden pertenece el ratón? — ¿Á qué orden pertenece el armadillo? — ¿Á qué orden pertenece el caballo? — ¿Á qué orden pertenece la oveja? — ¿Á qué orden pertenece la ballena? — ¿Á qué orden pertenece el tacuache? — ¿Á qué orden pertenece el ornitorinco? — ¿Cuáles son los caracteres de las aves? — ¿Qué diferencia hay entre una paloma y un gato? — ¿Á qué orden pertenece el tecolote? — ¿Á qué orden pertenece el gorrión? — ¿Á qué orden pertenece el perico? — ¿Á qué orden pertenece la gallina? — ¿Á qué orden pertenece la garza? — ¿Á qué orden pertenece el pato? — ¿Qué diferencia hay entre un tecolote y un gorrión? — ¿Qué diferencia hay entre un perico y una gallina? — ¿Qué diferencia hay entre una garza y un pato? — ¿En cuántos órdenes se dividen los reptiles? — ¿Á qué orden pertenece la tortuga? — ¿Á qué orden pertenece la lagartija? — ¿Á qué orden pertenece la víbora?

119. — ¿Cuáles son los caracteres de los batracios? — ¿Á qué grupo pertenece el sapo? — ¿Á qué grupo pertenece la salamandra?

120. — ¿Cuáles son los caracteres de los peces? — ¿En qué se diferencia una sardina de una tortuga?

LECCIÓN DÉCIMASEPTIMA

Caracteres de los mamíferos.

123. — Al segundo orden de los mamíferos pertenecen los cuadrumanos, conocidos con el nombre genérico de *monos ó changos*.

Como su nombre lo indica los monos tienen cuatro manos, porque la conformación es igual en las cuatro extremidades.

Tienen un pulgar oponible como la mano del hombre, pero la mano es más plana (*fig. 39*) larga y educada para la prehensión, y generalmente el brazo es muy largo.



Fig. 39. — Manos de monos.

Los monos son los animales que más semejanza tienen con el hombre; pero su cara no tiene expresión y es repelente. La cabeza es pequeña y la cara prominente. Por mucha semejanza que haya entre el hombre más degenerado, el Esquimal ó el Hotentote, y el mono más perfecto, siempre hay un abismo que los separa, el de la razón ó la inteligencia, pues ésta aunque dormita en el hombre salvaje, la verdad es que el hombre es susceptible de perfección si las condiciones del medio y de cultura la favorecen, en tanto que el mono, aunque viva en París muchos años, siempre será mono y su descendencia no pasará de ser de monos también.

Aun entre los monos hay sus diferencias naturales, y se distinguen especialmente en monos del antiguo continente y en monos de América.

Los principales monos son: el *orangután*, el más grande por su talla y el más feroz por sus instintos; es originario de los bosques de Sumatra y de Borneo; el *chimpanzé*, que vive en grupos numerosos en las selvas de Guinea; el *gorila*, que es notable por su fuerza y el más



Fig. 40. — Negro sorprendido por un orang-utang.

susceptible de educación por el hombre. Hay además otros monos chicos, como los *cinocéfalos* ó cabeza de perro, que habitan en África, y los *titis* y *atelis* que son muy ruidosos y parece que hablan mucho (*fig. 40*).

124. — Al tercer orden de los mamíferos pertenecen los carnívoros. Sus principales caracteres son: cabeza redonda y cara achatada como el gato. Su sistema dentario es el que los caracteriza: tienen dientes muy filosos, muelas muy potentes y caninos muy agudos que les sirven para desgarrar la piel y las carnes de los animales de que se alimentan.

Entre los carnívoros se cuentan las fieras como el león, el tigre, la pantera, el leopardo (*fig. 41*).

Entre los felinos hay animales muy feroces y tienen

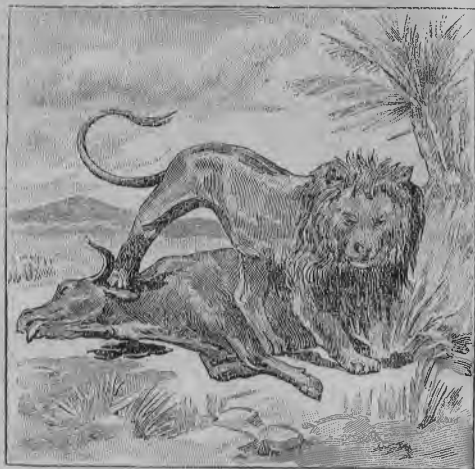


Fig. 41. — León desgarrando un toro que acaba de cazar.

la pupila en forma longitudinal como la de los gatos.

Sus sentidos son muy finos, unos oyen muy bien, otros distinguen su presa á larga distancia, y otros, como el perro, la olfatean.

En las manos tienen *garra*, es decir, uñas encorvadas muy fuertes y propias para desgarrar, pudiendo ser retractiles como las de los gatos, es decir, que las pueden ocultar y sólo las sacan para hacer daño.

Esta clase comprende dos familias que se distinguen por su modo de andar: unos se apoyan sólo en el pulpejo de los dedos, como los gatos, y se llaman digitigrados, esto es, que andan con los dedos, y otros apoyan toda la planta de las patas, como los osos, y se llaman plantigrados (*fig. 42*).

Á los digitigrados pertenecen el gato y el perro, que se toman como tipos del género.

El genero gato es *felis* en latín y de aquí la denomina-

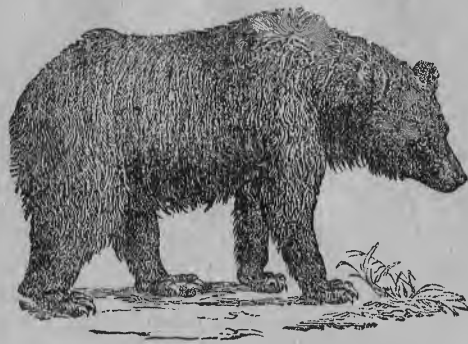


Fig. 42. — Oso moreno de Europa.

ción de felinos á todos los animales que pertenecen al género *felis*.

Entre los animales conocidos de los niños, en el género *felis*, tenemos el gato común y tal vez el gato salvaje ó montés, el león, el tigre, el jaguar, la pantera, el lince, que se exhiben muchas veces en los circos.

El tipo del género *canis* es el perro, y de aquí la designación de raza canina dada á todos los animales que pertenecen al género perro. Entre los animales conocidos de este género se cuenta el perro y todas sus variedades; el lobo, el chacal, la zorra, etc.

125. — El perro es, de los carnívoros, el más útil al hombre, porque se le domestica completamente hasta hacer de él un esclavo, un compañero y hasta el título de amigo es digno de recibir. Muchos seres desgraciados que han sufrido toda clase de decepciones de los hombres y que se han visto abandonados de todos, les ha quedado su perro que no los abandona ni por el hambre ni los rigores del destino que gustoso comparte con su amo.

El perro ofrece muchas razas y variedades estimadas, cada cual por sus méritos especiales. Señalaremos las principales.

Los mastines, á cuya raza pertenecen los perros que más servicios prestan al hombre y que pudieran llevar el epíteto justísimo de perros filántropos mejor que muchos hombres, porque hay filántropos, que dan lo que les sobra, pero que no serían capaces de soportar la menor contrariedad por hacer un bien á sus semejantes, como lo hacen los mastines. Díganlo en apoyo de nuestra opinión, las muchas historias que corren sobre el *perro del pastor* y el célebre perro de los Alpes ó de San Bernardo. También los perros que sirven á los Esquimales para tirar de los trineos pertenecen á los mastines.

Á la raza de los falderos pertenecen los perros más inteligentes aunque no tan abnegados como los anteriores. El *perro lobo* es un perro que cuida muy bien la cabaña ó la caza, el caballo del amo ó todo lo que se le confie: es un perro de guarda muy útil; el *galgo*, perro muy inteligente para la caza, y el llamado *inglés* que sirve para la caza especial de los conejos; el de *terranova* que nada perfectamente, y que aprende á prestar servicio á los ahogados, como el de los Alpes á los viajeros extraviados en la nieve; el *sabueso*, perro muy estimado por los cazadores y los hombres de campo, y el *perro de aguas* que es un animal muy vivo, perspicaz y muy inteligente.

Los *dogos* son perros que tienen la cabeza redonda y el hocico chato y son muy buenos para la caza.

En nuestro país hay el perro de Chihuahua, muy chiquito, carece de cualidades, pero es muy estimado como una curiosidad.

En Chihuahua hay otro perro de las praderas cuya raza va extinguiéndose, es más pequeño que una rata y no sirve para nada. Además, no es un carnicero sino un roedor.

126. — Al cuarto orden de los mamíferos pertenecen los anfibios que siempre viven en el mar. Los anfibios pertenecen á los carnívoros, pero por detalles especiales de conformación y de vida se ha formado de ellos un orden que se divide en dos familias:

1^o Las *focas* llamadas también perros ó lobos marinos

que se alimentan de pescados y se dice por esto que son animales ictiófagos (*fig. 43*);

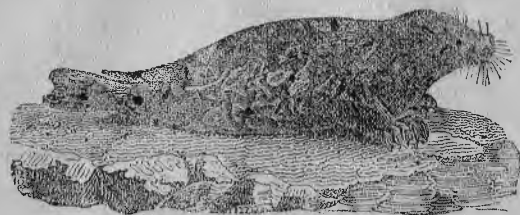


Fig. 43. — Foca de los mares del Norte.

2^o Las *morsas* que se llaman vulgarmente caballos ó vacas marinas.

Estos animales se utilizan por su piel, el aceite ó grasa que producen y el marfil de sus dientes.

Como únicamente en el mar hay estos animales, sólo se les puede mostrar á los niños en láminas.

127. — Al quinto orden de los mamíferos pertenecen los quirópteros.

Estos animales son notables porque la primera impresión que causan es la de un ratón con alas, y casi no hay niño que no haya tenido la creencia de que son

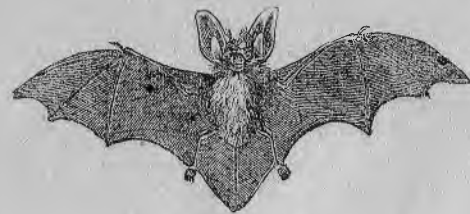


Fig. 44. — Murciélago.

ratones que les han salido alas por viejos, y de aquí el nombre vulgar del murciélago, en ratón viejo con que se conoce en muchos puntos (*fig. 44*).

El cuerpo es parecido al del ratón y su sistema dentario es completo, incisivos, caninos y molares; se ali-

mentan de insectos. Las alas están formadas por una membrana que se inserta en todo el costado de su cuerpo y le sirve de armazón el miembro anterior, así como los dedos que se prolongan para darle resistencia al ala en el borde superior en el punto correspondiente al puño, el dedo pulgar se transforma en un gancho que les sirve para colgarse de cualquier objeto saliente y fijo.

Los murciélagos no hacen ruido al volar porque su ala es una membrana muy elástica y su cuerpo está cubierto de pelo muy fino que impide todo ruido.

En las fincas de campo, los murciélagos prestan servicios á los propietarios, porque destruyen muchos insectos dañosos sobre todo en las trojes y en los graneros, así pues no se les debe perseguir.

128. — Al sexto orden de los mamíferos pertenecen los insectívoros, entre los cuales sólo hay animales de pequeña talla y cuyo tipo buscaremos en el topo, porque quizá sea el más fácil de obtener para mostrarlo á los niños y se formen idea del aspecto de los animales que pertenecen á este orden.

Tienen poca importancia, y aunque en un sentido presentan alguna utilidad á los agricultores porque se alimentan de insectos y pueden agotar algunas plagas dañosas, también es cierto que muchos animales como los topos, y el erizo, viven en galerías subterráneas que pueden perjudicar á las raíces de los árboles especialmente cuando hacen sus madrigueras en los huertos.

129. — Los roedores, cuyo tipo puede ser para nuestro estudio una rata ó un ratón, son animales que causan muchos perjuicios al hombre en todos sentidos, aunque algunos le sirven de alimento exquisito ó le ofrecen productos que tienen gran valor en el comercio.

¿Pero quién justifica á los animales perjudiciales por la utilidad que prestan algunos aunque sean de la familia ú orden? ¿Quién recuerda el plato de conejo que se ha saboreado al ver los estragos que causan en la despensa los ratones y las ratas en la bodega?

Á los roedores pertenecen las ardillas, las ratas, los

ratones, los castores, la liebre, el conejo, el cuy, etc. (*fig. 45*).

Los roedores se alimentan de hierbas, frutos, granos, cor-



Fig. 45. — Castor de América.

tezas, y algunos, como el ratón, de todo lo que encuentran, y aunque no lo coman lo roen para afilar los dientes.

Ya se habrá notado que los gatos arañan las puertas, los muebles, pues esto lo hacen para afilar las uñas, y los ratones roen constantemente para afilar los dientes.

130. — El octavo orden formado por los desdentados tiene poco interés para los niños por la dificultad de referir á él algunos animales, pues á más de comprender pocas especies, las más son de regiones determinadas, como los pangolines, que son propios de la India (*fig. 46*).

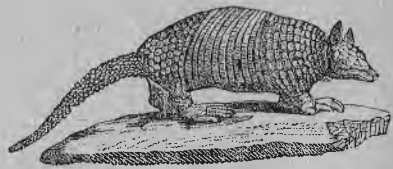


Fig. 46. — Pangolín.

Entre nosotros el más conocido es el armadillo ó tatuejo.

Como su nombre lo indica, no tienen dientes ni colmillos y á veces ni muelas. Viven de insectos ó de hierbas y habitan en madrigueras, de donde sólo salen acosados por el hambre. Hay por esto una especie que se llama de los perezosos.

CUESTIONARIO

123. ¿Qué caracteres corresponden al segundo orden de los mamíferos? — 124. ¿Qué caracteres corresponden al tercer orden de los mamíferos? — 125. ¿Cuáles son las principales especies de perros? — 126. ¿Qué hay que decir sobre el cuarto orden de los mamíferos? — 127. ¿Cuáles son los caracteres del quinto orden de los mamíferos? — 128. ¿Qué particularidades tiene el sexto orden de los mamíferos? — 129. ¿Cuáles son los caracteres de los roedores? — 130. ¿Cuáles son los caracteres del octavo orden de los mamíferos?

RESUMEN

123. — El segundo orden de los mamíferos es el de los cuadrumanos, conocidos vulgarmente con el nombre de monos ó changos. El carácter distintivo es que en sus cuatro extremidades hay un pulgar oponible, siendo los brazos muy largos.

124-125. — Al tercer orden pertenecen los carnívoros caracterizados por su sistema dentario, y se dividen en dos familias, en digitigrados y plantigrados, es decir, según el modo de apoyar la planta de los pies para andar. Los primeros se apoyan sobre los dedos, y los segundos sobre la planta toda. Los digitigrados se dividen en *felinos*, á los que pertenece el león, el gato, etc., que tienen garras retractiles; en *caninos*, á los que pertenece el perro, que es el animal más útil al hombre. Hay en esta familia una variedad inmensa, mastines, falderos, galgos, dogos, perro de Chihuahua, etc.

126. — Al cuarto orden pertenecen los anfibios, y se dividen en dos familias: las focas y las morsas.

127. — El quinto orden es el de los quirópteros. Tienen el aspecto de ratones y llevan sus extremidades superiores convertidas en alas membranosas que les permiten volar como las aves.

128. — Los insectívoros pertenecen al sexto orden. Éstos, como lo indica su nombre, se alimentan de insectos, y en muchos casos prestan al agricultor verdaderos servicios porque destruyen multitud de insectos dañinos.

129. — Al séptimo orden pertenecen los roedores. En este orden se comprenden los ratones, las liebres, etc., etc.

130. — Los desdentados que forman el octavo orden de los mamíferos, carecen, como su nombre lo indica, de dientes. Se alimentan de insectos y hierbas: ejemplo, el armadillo.

Cuestionario para los niños.

123. — ¿Á qué orden pertenecen los monos? — ¿Qué diferencias se notan á primera vista entre un mono y un hombre? — ¿Qué especies principales hay de monos?

124. — ¿Á qué orden de mamíferos pertenece el león? — ¿Y el tigre? — ¿Y el gato? — ¿Cómo tienen la pupila los gatos? — ¿Es igual en todos los felinos? — ¿Qué cosa es la garra? — ¿Para qué sirve la garra á los carnívoros? — ¿Por qué se llaman digitigrados los gatos? — ¿Y por qué son plantigrados los osos?

125. — Tomemos el perro común como modelo de lecciones de cosas y examinemos lo siguiente: ¿Qué es un perro? — ¿Á qué género pertenece en la Historia natural? — ¿Á qué clase? — ¿Á qué orden? — ¿Á qué tipo? — ¿Á qué familia? — ¿Cómo se clasifica? Así. Perro de familia ó común (Género, *canis* y especie *familiaris*), Familia de los *digitigrados*, Clase *caninos*, Orden *carnívoros* ó *carnívoros*, Tipo *vertebrados*.

¿Cómo tiene la cabeza, las orejas, los ojos, el hocico, etc.? — ¿Qué sentido tiene más desarrollado el perro? — ¿Para qué? — ¿Cómo distingue el perro la caza en el bosque (olfateándola)? — ¿Cómo tiene el cuello? — ¿Cómo tiene el tronco? — ¿Cómo tiene los miembros? — ¿Cómo tiene las patas, anteriores y posteriores? — ¿Cómo tiene las uñas? — ¿Cómo tiene la cola? — ¿Cómo tiene la piel? — ¿En qué se distingue un galgo de un *buldog*? — ¿En qué se distingue el perro del pastor del perro de Terranova (1)? — ¿Por qué se le llama al perro el amigo del hombre? — ¿Qué servicios le presta al hombre el perro? (2)

126. — ¿Qué se entiende por animal anfibio? — ¿Será un anfibio la rana?

127. — ¿Qué clase de animal es un murciélago? — ¿Cómo se les llama vulgarmente? — ¿Por qué vuelan? — ¿Para qué vuelan?

128. — ¿Á qué orden pertenece el topo?

129. — ¿Cuál es el tipo de los roedores? — ¿Por qué roen constantemente los ratones? — ¿Cuál es el enemigo natural del ratón? — ¿Por qué?

130. — ¿Á qué orden pertenece el armadillo?

(1) En estos ejercicios sólo se harán preguntas á los niños en relación con los perros más conocidos en la localidad, ó á la vista de láminas que ilustren las preguntas.

(2) Si el profesor sabe algunas anécdotas referentes al perro, se las contará á los niños para preguntárselas en esta lección.

LECCIÓN DÉCIMA OCTAVA

De los Mamíferos. (Concluye).

131. — El noveno orden de los mamíferos comprende los paquidermos, en el cual se enumera los animales más corpulentos en las especies actuales: su nombre les viene de que tienen la piel muy gruesa. Todos son herbívoros, tienen la cabeza muy grande y alargada, incisivos muy fuertes y molares de corona plana como las piedras de un molino porque les sirve para rumiar.

Las extremidades carecen de dedos y están representadas por unos estuches corneos de forma variable y sencilla ó doble ó múltiple, llamada pesuña.

¿Quién no conoce la calavera de un burro ó de un caballo abandonada en el campo y macerada por la acción del agua y del sol?

Los paquidermos se dividen en dos tribus naturales que son: los paquidermos con trompa ó proboscídeos, y los paquidermos sin trompa ú ordinarios.

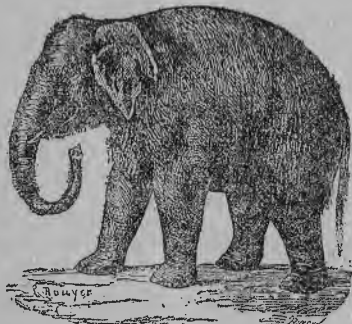


Fig. 47. — Elefante de Asia.

Á los paquidermos con trompa pertenece el elefante, conocido generalmente en las exhibiciones de algunos circos, pero hay que advertir que las especies que llegan hasta nuestro suelo son chicas ó raquíticas, porque el gran elefante de la India no sería posible hacerlo viajar en nuestro suelo (fig. 47).

Los paquidermos ordinarios ó sin trompa admiten

otra división natural según que tienen una sola pesuña en cada miembro ó tienen varias pesuñas. Los que tienen una pesuña se llaman *solípedos* y los que tienen varias *fisípedos*.

Á los paquidermos *fisípedos* pertenecen el rinoceronte muy conocido de los niños en los libros de láminas que

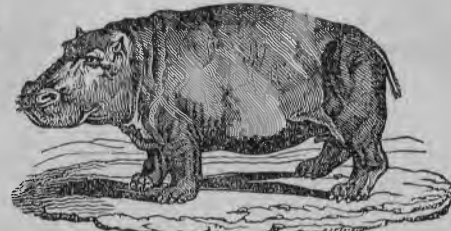


Fig. 48. — Hipopótamo de Egipto.

representan animales curiosos, el hipopótamo (fig. 48) y el bien conocido cerdo.

Á los paquidermos *solípedos* pertenece el caballo, el asno, la cebra, el mulo, evitándonos la descripción de estos tipos por ser bien conocidos, menos la zebra.

132. — Al décimo orden de los mamíferos pertenecen los rumiantes, que tienen también piel gruesa, pie con pesuña hendida, pero tienen encornadura, y los caracteriza la facultad de rumiar y la conformación de su estómago.

Este orden comprende los animales más útiles para el hombre en todos sentidos, pues unos le ayudan en sus trabajos, otros le dan alimento sin necesidad de matarlo, otros se engordan para abastecer de carne á las poblaciones y otros le dan lana para la fabricación de telas. Se utiliza además la encornadura y la piel para muchos usos industriales.

La facultad de rumiar consiste en almacenar durante el día el alimento, y por la noche lo vuelven á la boca en donde lo mastican y lo pasan ya triturado á otro compartimento del estómago.

¿Quién no conoce el aspecto que tienen las diversas porciones del estómago de vaca ó carnero y que las cocineras llaman menudo?

Pues el aspecto diverso de esas membranas corresponden á distintas cavidades que tiene el mismo estómago para depositar el alimento para irlo digiriendo en otras. El estómago de un rumiante se compone de cuatro partes, que son : la *panza* ó lugar de depósito, el *bonete*, el *libro*, y el *cuajar*. Cuando estudiemos la fisiología de la digestión, tendremos que conocer las funciones de estos órganos.

El orden de los rumiantes comprende cuatro familias, que son : los Camélidos, los Eláfidos, los Camelopardalinos, los Bóvidos.

Á la familia de los camélidos, pertenecen animales que no tienen astas ó cuernos como los camellos, los drome-



Fig. 49. — El almizclero.

darios, el almizclero (*fig. 49*), etc. El camello se distingue del dromedario en que aquél tiene dos jorobas en el espinazo en tanto que el segundo sólo tiene una.

Á los eláfidos pertenecen los animales que tienen astas muy desarrolladas, fuertes pero caedizas, ó de renovación anual generalmente.

Pertenece á esta familia el venado, el rengífero, el ciervo (*fig. 50*) y otros.



Fig. 50. — El ciervo.

Á los camelopardalinos pertenece un animal muy poco conocido entre nosotros, pero que se puede mostrar á los niños en estampa, la jirafa (*fig. 51*).

Á la familia de los bóvidos pertenecen los animales más útiles al hombre, como el buey, la



Fig. 51. — Jirafa.



Fig. 52. — Cabra.

vaca, la cabra, la oveja, la gacela, etc. (*fig. 52*).

133. — Á esta clase pertenecen los cetáceos entre los cuales descuella por su magnitud la ballena, cuya caza es

difícil y se hace por buques balleneros en los mares del norte (*fig. 53*).

Una sola ballena es una riqueza por los muchos pro-

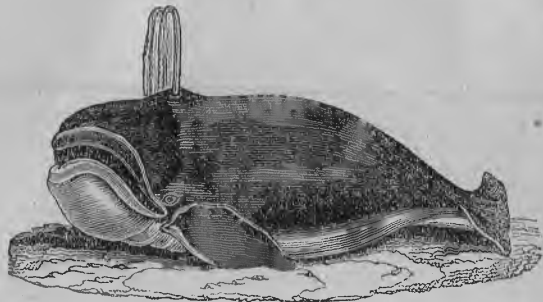


Fig. 53. — Ballena del mar del Norte (Cetáceo).

ductos que de ella se extraen para el comercio en donde se vende á buen precio, como la esperma, las barbas de ballena, etc.

El ámbar gris tan estimado en perfumería, y que se vende á precios muy altos, es el excremento del cachalote que se recoge en los mares del norte.

134. — El duodécimo orden comprende los marsupiales, que no tienen de característico más que una bolsa que llevan en el vientre y en la cual protegen á la cría para huir ó vagar buscando el alimento.

El tacuache es el tipo que puede servir para el estudio de este orden.

135. — Al último orden de los mamíferos pertenecen los monotremas, cuyo tipo es el ornitorinco por desgracia muy poco conocido para que los niños se formen idea de estos animales (*fig. 54*).

Parece que establecen la transición entre los mamíferos y las aves, porque en lugar de hocico tienen un pico aplanado que les sirve para coger pescados, como el pato, la espátula. Además tienen una membrana interdigital que les sirve de nadadera como á las aves palmípedas.

NOTA. — Los profesores al ir haciendo sus explicaciones sobre la clasificación de los mamíferos, procurarán que los niños tengan idea completa de cada orden que

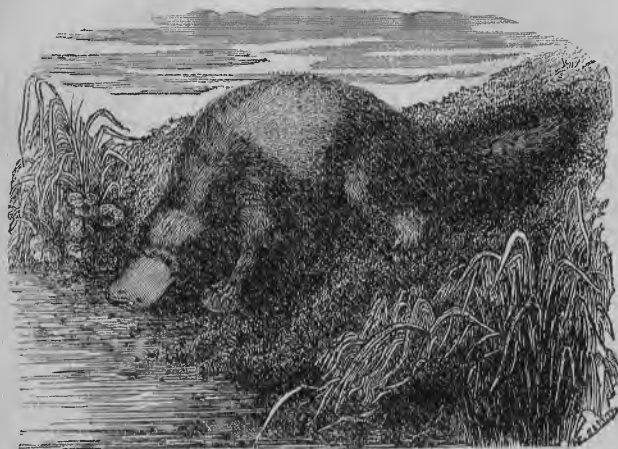


Fig. 54. — Ornitormico.

estudien, sin cuyo requisito no se pasará al estudio de un nuevo orden.

Se elegirá el tipo mejor conocido, y si no se pudiere tener vivo á la vista de los alumnos, como se puede tener un gato, un perro, un caballo, un ratón, etc., al menos un modelo disecado, ó en cartón, ó una lámina muy correcta, pero es indispensable que se relacione la idea de los detalles con la imagen que los representa.

Ahora bien, nosotros no hemos precisado la forma de la enseñanza en este punto porque incurriríamos en repeticiones que por sí solas llenarían el texto sin gran provecho para los alumnos, porque tenemos entendido, y esta es nuestra convicción, que un texto sobre lecciones de cosas y especialmente en ramos científicos, debe estar sujeto al método propio de cada ciencia y sin etxenderse más de lo que puede abarcar la inteligencia de un niño,

quedando á la discreción del maestro hacer más ó menos extensas sus explicaciones según que la materia se preste ó no á fácil aplicación del método intuitivo que debe ser bien conocido del maestro para saber manejar los textos de enseñanza sobre lecciones de cosas.

En la metodología aplicada, *el maestro tiene que sugerir constantemente al alumno la forma de exposición de la materia* para que el mismo alumno se acostumbre á disciplinar su inteligencia y sepa uniformar los conocimientos adquiridos en cualquier materia.

Como la enseñanza por los procedimientos intuitivos es, en nuestro concepto, una verdadera sugestión instructiva, de aquí que en un texto como el presente no se exprese la forma en que debe exponerse la lección, sino solamente la parte científica que debe aprender el niño.

Un ejemplo nos bastará para hacer comprender nuestra doctrina pedagógica en esta materia, y creemos que será la más aceptada, porque bajo esta forma están redactados los textos más interesantes sobre lecciones de cosas.

Se trata de exponer la lección correspondiente al tercer orden de los mamíferos, y el profesor tiene á la vista un perro disecado, ó un perro vivo muy *manso*, como vul-



Fig. 55. — Perro (lebre).
DEBÉRY.

garmente se dice, y se puede proceder por las generalidades siguientes para llegar al orden en cuestión.

¿Cuáles son las divisiones principales del reino animal?

¿En cuántas clases se dividen los vertebrados?

¿Cuáles son los caracteres generales de los mamíferos?

¿De dónde les viene el nombre de mamíferos?

¿Cuáles son los rasgos característicos de los carnívoros?

¿Cuál es uno de los tipos más conocidos de los carnívoros?

El perro. (*fig. 55.*)

CUESTIONARIO

131. ¿Qué caracteres corresponden al noveno orden de los mamíferos? — 132. ¿Qué animales pertenecen al décimo orden de los mamíferos? — 133. ¿Qué hay que decir sobre los ictioideos? — 134. ¿Qué hay que decir del duodécimo orden de los mamíferos? — 135. ¿Qué hay que decir sobre el último orden de los mamíferos?

RESUMEN

131. — Los animales más corpulentos actualmente pertenecen al noveno orden de los mamíferos, los paquidermos. Tienen la piel gruesa (de ahí su nombre), son herbívoros y sus extremidades están formadas por estuches córneos que son sencillos, dobles ó múltiples. Este estuche es el que forma la *pesuña*. Se dividen en dos tribus: con trompa ó *proboscídeos*, y sin trompa ú ordinarios. Los primeros están representados por el elefante. Los segundos, según el número de pesuñas en cada pie, se dividen en *solípedos* y en *fisípedos*. Á los primeros pertenece el caballo; á los segundos el cerdo.

132. — El décimo orden, los rumiantes, está caracterizado por una facultad particular, la de rumiar. Esto implica una disposición particular en el estómago de estos animales. Esta facultad, la de rumiar, consiste en almacenar el alimento en un compartimento del estómago, volverlo á la boca, mastcarlo, y pasarlo á otro punto del estómago en donde se digiere. El estómago se compone de cuatro partes: panza, bonete, libro y cuajar.

El orden de los rumiantes se divide en cuatro familias: Camelidos, Eláfidos, Camelopardalinos y Bóvidos. Los primeros (camelidos) no tienen cuernos, como el camello que sólo tiene de particular las dos jorobas del espinazo; el dromedario sólo tiene una joroba. En los Eláfidos los cuernos son grandes, pero se caen y reaparecen temporalmente, como en los venados. Los Camelopardalinos tienen los cuernos cortos y cubiertos de piel, como en la jirafa. Por último, los Bóvidos tienen los cuernos huecos y desnudos, como el toro, la

cabra, etc. Este orden contiene los animales más útiles al hombre, pues le ayudan en el trabajo ó le proporcionan alimento, como la leche, y después de muertos le ofrecen su carne.

133. — Al undécimo orden, los cetáceos, pertenece el animal más grande en la actualidad : la ballena, que produce la esperma, las barbas de ballena, etc. También pertenece á este orden el cachalote, cuyo excremento es el que se conoce con el nombre de *ámbar gris*, tan estimado en perfumería.

134-135. — Lo que caracteriza á los marsupiales, duodécimo orden de los mamíferos, es una bolsa que llevan en el vientre en donde protegen la cría, como el tacuache, el kangaroo.

El último orden es el de los monotremos representado por el ornitorinco. Este orden es el que establece la transición de los mamíferos á las aves, pues tienen una prolongación córnea semejante á los picos de las aves. Sus extremidades tienen una membrana interdigrítal que les sirve para nadar.

Questionario para los niños.

131-132-133-134-135. — ¿Qué clase de animales son los paquidermos? — ¿Cómo se dividen? — ¿Cómo tiene la pesuña el burro? — ¿Cómo tiene la pesuña el cerdo? — ¿Para qué sirve el conocimiento de la pesuña? — ¿Qué utilidad presta al hombre el caballo? — ¿Y el burro? — ¿Y la vaca? — ¿Y el buey? — ¿Cómo tiene el hocico el elefante? — ¿Qué diferencia hay entre un buey y un caballo? — ¿Cómo se alimentan? — ¿Por qué rumia el buey? — ¿Qué cosa es rumiar? — ¿Á qué clase pertenece la ballena? — ¿Por qué se estudia entre los mamíferos? — ¿De dónde proviene el ámbar gris? — ¿Qué es un tacuache? — ¿Qué es el ornitorinco?

LECCIÓN DÉCIMANONA

De las aves.

136. — El segundo tipo de los vertebrados, después de los mamíferos, son las aves.

137. — Las aves tienen sus caracteres propios para constituir la clase, y entre ellos los hay diferenciales para establecer los órdenes.

Pero tienen de común con los mamíferos para pertenecer al tipo de los vertebrados, que tienen un esqueleto interior óseo y un sistema nervioso protegido por un cráneo y canal raquídeo ó sistema vertebral (*fig. 56*).

138. — Las aves son animales de grande y pequeña talla, pudiendo notarse la diferencia que hay entre un pavo



Fig. 56. — Esqueleto de ave (avestruz).

común, vulgo guajolote, y un chupamirtos, escogiendo sólo ejemplares que puedan ser conocidos de los niños. Tienen el cuerpo cubierto de plumas. Son ovíparos, es decir que ponen un huevo, sobre el cual tiene que acurrucarse la hembra para empollar, como se observa en las gallinas. Generalmente la puesta es de un sólo huevo, pero pueden empollar hasta veinte ó treinta á la vez.

El miembro anterior está transformado en alas, pero lo que vulgarmente se llama el *alón*, es el brazo y mano. En estos huesos se fijan los músculos que mueven las alas, y en la piel que recubre el *alón* se fijan las plumas. El ala

extendida forma una especie de abanico, y las plumas más grandes que concurren á la formación de este abanico, se llaman *plumas remeras* porque hacen en el aire el mismo oficio que un remo en el agua. Fijese la atención en el vuelo de las aves y se verá cómo *baten* el aire con las alas para adquirir un impulso de proyección en el sentido que quiere el ave.

En la cola hay un penacho de plumas más grandes que sirven al ave para dirigir su vuelo y hacen el oficio del timón en los barcos, por cuya razón se llaman *plumas timoneras*.

De todos los animales las aves son las que tienen una sangre más caliente, su respiración más activa y sus pulmones más resistentes para subir á grandes alturas en la atmósfera.

La cabeza es pequeña, los ojos á los lados muy vivos, y tienen un tercer párpado que se mueve en sentido transversal y se llama membrana nictitante. La boca está transformada en pico, cuya forma y disposición sirve para caracterizar algunas familias, como luego veremos.

En el tubo digestivo hay una modificación muy notable por la presencia de la molleja y del buche que los tienen sólo las aves que se alimentan de granos, como las aves domésticas. El buche es una bolsa en donde almacenan los granos y sufren un reblandecimiento parcial, luego pasan al estómago ó molleja, bien conocida de los niños, porque es el manjar predilecto cuando se mata pollo en casa. Las aves granívoras comen piedritas de hormigueros, que se depositan en la molleja y ayudan á este órgano á triturar los granos para digerirlos con facilidad.

Las patas tienen distinta conformación según las familias, y, como este es un detalle que sirve para caracterizarlas, nos ocuparemos de él al hablar de cada familia en particular.

Lo que caracteriza á muchas aves es la manera de fabricar sus nidos, la regularidad con que los construyen y la fineza con que hacen algunos, como el del chupamirtos que es una verdadera chuchería. El profesor procurará

proveerse de algunos nidos de aves para que se haga admirar á los niños el instinto de construcción de las aves.

139. — Las aves se clasifican en seis órdenes, sirviendo el pico y las patas de punto de partida para la clasificación por las diferencias que presentan. Este examen, si se tienen los ejemplares á la vista, es muy importante para ejercitar á los niños en el método comparativo y diferencial.

Los órdenes en que se dividen las aves son :

- 1° Las rapaces;
- 2° Los pájaros;
- 3° Las trepadoras;
- 4° Las gallináceas;
- 5° Las zancudas;
- 6° Las palmípedas.

Algunos naturalistas hacen una clase independiente de las palomas y otros de las corredoras, es decir, las aves que no vuelan sino que corren muy aprisa, y entre ellas hay algunas muy apreciadas de los cazadores, como las que vulgarmente llaman *agachonas*.

140. — El primer orden de las aves lo forman las rapaces ó aves de rapiña (*fig. 57*). Son los carniceros del reino de las aves.

El pico de las rapaces tiene la forma de un gancho, muy encorvado hacia abajo y terminado en un pico y bordes muy agudos. Las alas son grandes y su vuelo es poderoso. Las patas son cortas, los dedos gruesos,

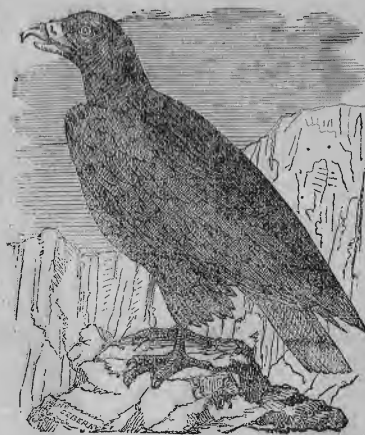


Fig. 57. — Águila (rapaces).

robustos y terminados por uñas fuertes encorvadas y agudas, llamadas garras.

La disposición de los dedos es la siguiente: los dedos están libres en toda su extensión y llevan tres hacia adelante y uno hacia atrás.

Las aves de rapiña, según sus costumbres, se dividen en dos familias, las rapaces diurnas y las rapaces nocturnas.

A la familia de las diurnas pertenecen las águilas, aguilillas, milanos, gavilanes, buitres y alcones. Todos estos animales son comunes en nuestro país y es fácil enseñarlos á los niños.

Á la familia de las nocturnas pertenecen las lechuzas y los tecolotes, que tienen la particularidad de llevar los ojos por delante de la cabeza y no á los lados.

Cazan como los gatos, porque su ojo está dispuesto para que puedan ver de noche como los felinos. También es notable el plumaje de estas aves, que es fofo y sedoso, para evitar el ruido y espantar su presa.

141. — Los pájaros forman el segundo orden de las aves (*fig. 58*).

Generalmente son animales pequeños y se distinguen

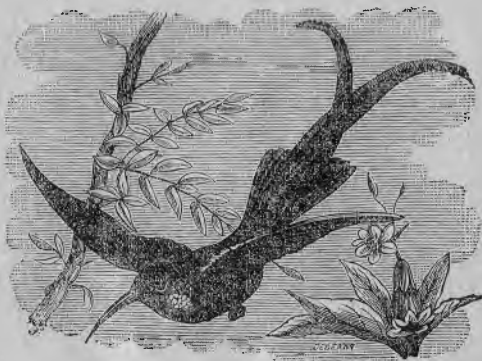


Fig. 58. — Colibri (pájaros).

por la conformación redondeada de su cabeza, el pico

recto ó cónico y generalmente igual en su extremidad las dos mandíbulas.

La pata es esbelta, delicada, los dedos son también largos, y con uñas delicadas muy poco arqueadas; en el nacimiento de los dedos hay una membrana pequeña que los une.

Los dedos son cuatro, de los cuales tres van hacia delante y uno hacia atrás.

Estos animales son los que construyen los nidos más curiosos y más raros. Son estimados por su canto ó por la belleza de su plumaje.

Entre los pájaros hay muchas especies notables, como los tordos: hay otras que emigran, como las golondrinas.

Pertenecen á este orden muchas especies conocidas, los canarios, los gorriones, las golondrinas, los tordos, los zanates, el zenzontli, el colibrí, el pájaro mosca, el chivo, etc., etc.

142. — Al tercer orden de las aves pertenecen las trepadoras, cuyo tipo es el perico (*fig. 59*). El plumaje es de colores vivos dominando el verde. Tiene el pico encorvado en toda su extensión y los dedos libres y largos están dirigidos dos hacia adelante y dos hacia atrás. La particularidad de algunas especies, como la guacamaya, la cotorra y el loro, es que aprenden por imitación á hablar muchas cosas.

143. — Las gallináceas forman el cuarto orden de las aves, y en éste se incluyen muchas especies domésticas.

Tomaremos como tipo el gallo ó la gallina doméstica.



Fig. 59. — Perico (trepadoras).

Estas aves son torpes para volar, tienen el pico convexo superiormente; más largo que en los pájaros, y las narices

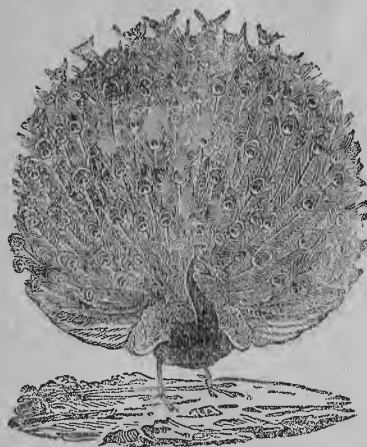


Fig. 60. — Pavo (gallinácea).

tienen como una cubierta cartilaginosa. Algunas especies están dotadas de una cresta rígida ó lacia, como es el gallo y el pavo común (fig. 60). Las patas tienen un espolón muy desarrollado en el pavo y el gallo. Los dedos son cuatro, tres para adelante y uno para atrás. Comen granos, insectos y desechos de la comida, entre las aves domésticas.

Pertenece á este orden los pavos reales y el pavo común [llamado *pipila* en algunos lugares, *cocino*, *guajolote* en otros], el faisán, el gallo, la codorniz, las tórtolas, las palomas, etc.



Fig. 61. — Garza (zancuda).

144. — Pertenece al quinto orden las zancudas ó aves que viven á la orilla de los ríos, y las caracteriza especialmente la longitud de las patas en relación con lo pequeño del tronco, pues parece una ave común que anda en zancos.

En relación con las patas está el pico, que también es muy largo, y en algunas

tiene una forma aplanada, como la espátula que se usa en las boticas ó en las cajas de pintura.

Esta forma de pico ha dado el nombre á una especie de zancudas, las espátulas ó señoritas. Los dedos son muy largos, uñas cortas y tienen una membrana interdigital pequeña.

Pertenece á este orden animales conocidos como la gallina y la garza (fig. 61). El avestruz y el ibis religiosa son zancudas. Se alimentan de peces, culebras y moluscos.

145. — Al último orden de las aves pertenecen las palmípedas, organizadas especialmente para nadar, pues los dedos de las patas no son libres, sino que están unidos por una membrana en toda su extensión y de aquí les viene el nombre de palmípedas. La pata está provista pues de una mano y ésta le sirve de remo para nadar. El plumaje de estas aves está recubierto de una sustancia aceitosa que le impide echarse á perder y permanecer mucho tiempo en el agua.



Fig. 62. — Ganso (palmípeda).

Viven en los lagos, en los estanques y se nutren de animales ó plantas del agua.

El pato, el ganso, pueden servir de tipo de los animales de este orden (fig. 62).

CUESTIONARIO

136. ¿Cuál es el segundo tipo de los vertebrados? — 137. Por qué no se han caracterizado las aves por las alas ó por el plumaje? — 138. ¿Cuáles son los caracteres comunes de las aves? — 139. ¿Cómo se clasifican las aves? — 140. ¿Cuáles son los caracteres del primer orden de las aves? — 141. ¿Cuáles son los caracteres distintivos de los

pájaros? — 142. ¿Cuáles son los caracteres de las trepadoras? — 143. ¿Cuáles son los caracteres de las gallináceas? — 144. ¿Cuáles son los caracteres de las zancudas? — 145. ¿Cuáles son los caracteres de las palmípedas?

RESUMEN

136-137-138. — Las aves pertenecen á los vertebrados porque tienen un esqueleto interior y un sistema nervioso, pero se distinguen de los mamíferos en que sus extremidades superiores se hallan transformadas : son animales ovíparos y su elemento principal es el aire, en el cual pueden elevarse y recorrer grandes distancias merced á sus alas y la cola. Las plumas más grandes de las alas se llaman remeras y las de la cola timoneras : Las primeras dan el impulso y las segundas la dirección.

Tienen la sangre muy caliente y los pulmones son muy resistentes. En los ojos tienen un tercer párpado llamado membrana nictitante. La boca está transformada en pico y caracteriza algunos órdenes. En el tubo digestivo ofrecen un ensanchamiento conocido con el nombre de buche, que sirve para guardar los granos mientras se reblandecen, merced al calor animal y el líquido mucoso que hay en ese buche. La molleja de las aves es el estómago. La forma de las patas es variable y sirve para caracterizar algunos órdenes. También el modo de fabricación de sus nidos caracteriza á algunas aves.

139-140. — Las aves se dividen en seis órdenes : al primer orden, las rapaces, pertenecen las aves carnívoras; así su pico está en forma de gancho, con el borde filoso; los dedos de las patas terminados por uñas fuertes, encorvadas y agudas, llamadas *garra*.

Llevar cuatro dedos, tres hacia adelante y uno hacia atrás. Se dividen en dos familias : diurnas y nocturnas. En las primeras se encuentra el águila, el gavián, etc.; á la segunda pertenece la lechuza, el tecolote, etc.

141. — Los pájaros forman el segundo orden. Son generalmente animales pequeños; su pico recto ó cónico, sus patas delicadas, y son muy estimados en general por su canto y su plumaje. Ejemplo, el canario, el zenzontli.

142. — Las trepadoras pertenecen al tercer orden de las aves. El plumaje de estos animales es vivo, domina el verde; el pico es encorvado, los dedos de las patas están dos para adelante y dos para atrás. Ejemplo, el perico.

143. — Al cuarto orden pertenecen las gallináceas. Estos animales son torpes para volar, presentan en las narices una cubierta cartilaginosa y en algunas especies se observa la cresta y el espolón. Ejemplos, el gallo, la paloma.

144. — El quinto orden está caracterizado por los animales cuyas piernas tienen una longitud muy grande y viven á la orilla de los ríos : el pico también es largo, como en la garza, el avestruz, etc.

145. — El último orden de las aves es el de las palmípedas, se caracterizan por una membrana interdital que les sirve para nadar. Su pluma está cubierta de una sustancia aceitosa que impide que esté en contacto con el agua, como por ejemplo, el pato.

Cuestionario para los niños.

136-137-138. — ¿Cuáles son los caracteres de una ave? — ¿En qué se distingue una ave de un mamífero? — ¿Cómo se reproducen las aves? — ¿Para qué les sirve el nido? — ¿Cómo es la cabeza? — ¿Y las patas? — ¿Y las alas? — ¿Qué cosa es el buche? — ¿Para qué sirve? — ¿Qué cosa es la molleja? — ¿Por qué es tan musculosa?

139. — ¿En qué se distingue un gavián de un pájaro? — ¿En qué se distingue un perico de una gallina? — ¿En qué se distingue una garza de un pato? — ¿Para qué sirven á los patos las membranas que llevan entre los dedos?

LECCIÓN VIGÉSIMA

De los reptiles y los peces.

146. — Los vertebrados que pertenecen á la tercera clase, son los reptiles, y, como su nombre lo indica, se distinguen desde luego de los demás animales porque caminan como arrastrándose por el suelo, que es lo que se llama *reptar*.

Los animales que reptan, en el sentido recto de la palabra, son las víboras, y el reptar consiste en apoyar sobre las asperezas del suelo los anillos cercanos á la cabeza y encoger una parte del cuerpo, luego apoyar los anillos de

la parte encogida para avanzar la cabeza y encoger el resto del cuerpo hacia la cola y así ir caminando. Entre los reptiles que no pueden más que reptar, les faltan los miembros para andar, pero hay otros que pueden ayudarse con sus extremidades que jamás pasan de cuatro, como en las tortugas ó las lagartijas.

Los reptiles son ovíparos, es decir, que la hembra pone un huevo, pero no pueden empollarlo como las aves, y lo abandonan en lugar seguro pero bajo la acción del sol para que con su calor se desarrolle el nuevo animal.

En algunos animales, como en las víboras, el huevo se rompe al ponerlo la hembra y sale el animal vivo, por lo que casi pudiera decirse que son vivíparos.

Los reptiles se llaman animales de sangre fría que más correctamente debe decirse que son de temperatura variable, porque adquieren el calor del agua en que viven, templada si es templada, fría si es fría.

Los reptiles son carnívoros, pues se alimentan de otras especies de animales, los que se tragan vivos. Algunos tienen dientes muy agudos que les sirven, no para masticar su presa sino para matarla, y no tener dificultad al tragarla, como los cocodrilos. Otras, como las serpientes venenosas, están provistas de un colmillo movable, hueco, y que comunica con una bolsa en donde hay un líquido venenoso; al morder entierran el colmillo, se comprime la bolsa y depositan en la herida el veneno, que es mortal instantáneamente para los animales pequeños, y luego los devoran con facilidad ya muertos.

Hay animales entre los reptiles que tienen el poder de la fascinación sobre su presa, y es que sus ojos son fijos, inmóviles, brillantes, y les producen á los animales pequeños una atracción al grado de presentarse frente á la boca del animal cazador. El hecho, si no está perfectamente probado, es posible.

147. — Los reptiles se clasifican en tres órdenes según los caracteres siguientes:

1° Quelonios, tienen cuatro extremidades, y el cuerpo protegido por una concha;

2° Saurios, tienen cuatro extremidades, pero carecen de concha;

3° Ofidios, carecen de extremidades y de concha.

148. — Los quelonios están caracterizados por una concha ó coraza que protege todo su cuerpo. Esta concha convexa superiormente está formada por las costillas que se aplanan y se sueldan para formar el casco quedando unidos interiormente á la columna vertebral. La parte inferior de esta coraza es plana y tiene dos piezas móviles, una delante y otra detrás, que cierran ó abren á voluntad del animal para sacar la cabeza y las extremidades. La parte superior de la concha se llama *espaldas*, y la parte inferior se llama *peto*.

Estos animales viven de sustancias vegetales, de gusanos, insectos, ó moluscos, pero resisten mucho tiempo á la abstinencia sin morir de hambre.

Los quelonios, cuyo tipo es la tortuga, se dividen en cuatro familias:

Las tortugas terrestres poco conocidas entre nosotros (*fig. 63*);

Las tortugas palustres, cuyo tipo es la tortuga común

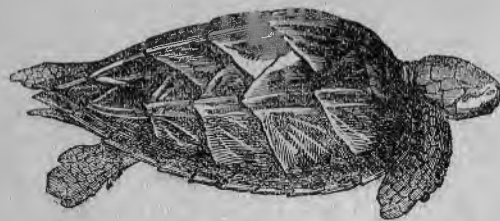


Fig. 63. — Tortuga de tierra (quelonios).

entre nosotros y que se hace vivir en los pozos para que los conserven limpios;

Las tortugas fluviales, que viven en los ríos.

Las tortugas marinas, que viven en el mar y á las que pertenece la tortuga carey, que ha sido una materia muy estimada para hacer objetos de lujo, como peinetas, cigarreras, cerilleros, etc.

149. — El orden de los saurios ó lagartos comprenden de animales de una gran longitud, como los cocodrilos. Se distinguen por sus cuatro extremidades cortas, pero con dedos largos y con uñas con garra, como los animales carnívoros. Ya se ve por esto que en la serie animal la uña puede servir para caracterizar á los carnívoros lo mismo en los reptiles, que en las aves ó en los mamíferos.

La piel es escamosa, erizada, de color verde terroso comunmente, ó verde manchado. Tiene una cola más ó menos larga y una cabeza aplastada y más ó menos prolongada.

Este orden se divide en tres familias :

1ª Familia de los cocodrilos ;

2ª » » lagartos ;

3ª » » escindidos.

Á la primera familia pertenecen los cocodrilos, que son tan comunes en el río Nilo ó en el Ganges (*fig. 64*). En



Fig. 64. — Cocodrilo (Saurios).

nuestros ríos caudalosos de las costas es común el caimán ó aligador, que es más pequeño que el cocodrilo.

Á la familia de los lagartos pertenece la lagartija, que siempre se ve en los potreros, en los vallados, á la orilla de los caminos, en las ruinas, en las fincas de campo. También pertenece el camaleón que tiene la particularidad de poder cambiar á voluntad la coloración de su piel pasando por muchos tonos y matices.

Por último á los escindidos pertenece una especie de culebra muy curiosa porque muchas veces basta tomarla con la mano para que se rompa en dos pedazos, por cuya razón se le llama culebra de vidrio.

150. — Á los ofidios pertenecen las serpientes, que se

dividen en dos tribus, las venenosas y las no venenosas. Se caracterizan por la forma de su cuerpo, que es cilíndrico y formado por muchos segmentos que corresponden á otras tantas costillas.

Su piel es escamosa y las escamas se recubren como las tejas de un tejado. Los colores de estas escamas son variables y sirven para caracterizar las especies más importantes. Estos animales tienen la particularidad de dormir todo el invierno, por lo que se les llama invernantes.

Á las serpientes venenosas pertenecen las víboras (*fig. 65*), la víbora común, los crótalos ó serpientes de cascabel, la pichicuata. Las caracterizan los colmillos móviles ó plegadizos y huecos que están en conexión con el aparato venenoso de estos animales.

Á las serpientes no venenosas pertenecen las culebras y el boa, que es la más grande de todas y la que mata al hombre y los animales estrangulándolos con una sola ó dos vueltas de su cuerpo.

151. — Los vertebrados de la cuarta clase son los batracios, que se distinguen de los animales de las clases anteriores porque en el primer período de su vida tienen una respiración branquial, y en la edad adulta ya es pulmonar su respiración. La circunstancia de tener dos formas de respiración indica que en una época pueden vivir en el agua, ó mejor dicho, que su organización los obliga á vivir en el agua, y que más tarde, pudiendo respirar con pulmones, les es fácil vivir en el aire, por cuyo motivo



Fig. 65. — Crótalo ó serpiente de cascabel.

se les llama *anfíbios*. *Anfíbio* quiere decir animal que vive en dos elementos, en el aire ó en el agua.

Además, lo que distingue principalmente á los batracios son sus metamorfosis, es decir, los cambios que experimentan en las diversas fases de su vida, cambios que están indicados desde el momento que respiran por branquias, cuando jóvenes, ó con pulmones, cuando adultos.

152. — Los batracios, al salir del huevo, tienen el aspecto de un pez con una cola larga y como gelatinosa; carecen de extremidades y aletas, y respiran por branquias; en este estado se llaman *renacuajos*. ¿Qué niño



Fig. 63. — Renacuajo.

no conoce los renacuajos que se convierten en sapos? (*fig. 66*).

A los pocos días de vida les nacen las extremidades posteriores y luego las anteriores, desapareciendo en algunas especies la cola. Entonces se van destruyendo las branquias y se van formando los pulmones. En algunas especies, como en las sirenas, persisten las branquias, de modo que tienen branquias y pulmones para respirar en el aire. Estos animales nunca abandonan los lagos, los pantanos, porque el agua es su refugio para esconderse y también les provee de alimento, peces, caracoles, ó bien gusanos, insectos, etc.

El tipo de los batracios es la rana.

Los batracios se dividen en dos grupos, que son los batracios con cola en el estado adulto, ó los que la conservan al pasar al estado adulto, y los batracios que pierden la cola.

Los batracios sin cola son los anuros, y á ellos pertenecen los sapos y las ranas.

Á los batracios con cola, ó urodelos, pertenecen las salamandras (*fig. 67*), los proteos y las sirenas.

Respecto de las salamandras hay que recordar la tradición vulgar que afirma que estos animales son incombustibles, es decir, que, arrojadas al fuego, no se queman.

Lo que hay de verdad en esto es que la piel de la salamandra secreta un líquido glutinoso, acre, que les per-



Fig. 67. — Salamandra (batracios).

mite resistir un poco á la acción del fuego y les da lugar de escaparse entre las llamas, pero si permanecieran un tiempo más largo, se tostarían como toda materia organizada sometida á la acción de un fuego vivo.

153. — Al quinto orden de los vertebrados pertenecen los peces, que se dividen en dos categorías, los cartilaginosos y los óseos.

Siendo los peces animales poco comunes en el corazón de los continentes, sólo diremos unas cuantas palabras sobre ellos para no dejar este vacío en la instrucción rudimentaria que hemos procurado desarrollar en este curso preparatorio sobre los animales vertebrados.

Los peces son animales vertebrados, pero unos tienen un esqueleto óseo, y otros está este esqueleto en estado cartilaginoso.

Son ovíparos, respiran por branquias (vulgarmente agallas) el aire que tienen las aguas en disolución.

La piel es lisa ó escamosa, y, como los reptiles, su temperatura se acomoda á la de las aguas en donde viven.

Los peces tienen sus extremidades convertidas en aletas que les sirven como de remo para nadar. La aleta de

la cola, ó la cola misma, es su timón. Las aletas, que representan á los miembros anteriores, se llaman *aletas pectorales*, y las que representan á los miembros posteriores se llaman *abdominales*.

Hay otras aletas timoneras que son impares, y, según su posición en el cuerpo, llevan el nombre de *dorsales* las que están sobre el espinazo, *anales* las que están cerca de la cola, y *caudal* la de la cola.

En el abdomen, interiormente, hay una vejiga *natoria* que el pez puede llenar de aire ó vaciar á voluntad (*fig. 68*). Esta vejiga desempeña en el pez el mismo papel que



Fig. 68. — Vejiga natatoria en los peces.

el globo lleno de aire en el ludión ó diablillo de Descartes, y como en éste, la entrada ó salida del aire determina el ascenso ó descenso del ludión, en el pez la vejiga llena ó vacía, le permite disminuir su peso específico ó aumentarlo y por lo tanto subir ó bajar en el seno de las aguas.

Á los peces óseos pertenecen los :

Acantopterigios : tipo, el atún ;

Malacopterigios abdominales : tipo, la sardina ;

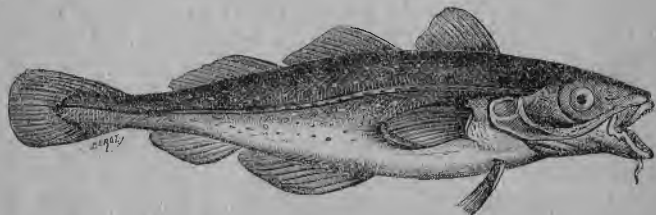


Fig. 69. — Bacalao (pez óseo).

Malacopterigios sub-branquiales : tipo, el bacalao (*fig. 69*) ;

Malacopterigios ápodos : tipo, la anguila ;

Lofobranquios : tipo, el hipocampo ó caballo marino ;
Plectognatos : tipo, el pez cofre.

Á los peces cartilaginosos pertenecen :

Esturiones : tipo, el esturión ;

Selacios : tipo, la raya (*fig. 70*) ;

Cielóstomos : tipo, la lamprea.

Como es muy difícil, salvo teniendo un museo completo, el proporcionarse estos tipos para mostrarlos á

los niños, queda á la discreción de los maestros, el ampliar estas lecciones ó reducirlas sólo á los tipos más conocidos de los niños, como la sardina.



Fig. 70. — Raya (pez cartilaginoso).

CUESTIONARIO

146. ¿Cuáles son los caracteres de los vertebrados de la tercera clase? — 147. ¿En cuántos órdenes se divide la clase de los reptiles? — 148. ¿Cuáles son los caracteres de los quelonios? — 149. ¿Cuáles son los caracteres de los saurios? — 150. ¿Cuáles son los caracteres de los odios? — 151. ¿Qué caracteres presentan los vertebrados de la 4ª clase? — 152. ¿Qué hay que decir respecto á las transformaciones de los batracos? — 153. ¿Qué hay que decir sobre el 5º orden de los vertebrados?

RESUMEN

146. — El carácter distintivo del tercer tipo de los vertebrados, los reptiles, es que *reptan*, es decir, se arrastran, para lo cual se sirven de los anillos escamosos de que está cubierto su cuerpo. A algunos les faltan las extremidades, como las víboras : en otros existen, como en la lagartija. Los reptiles son ovíparos, y sus huevos se desarrollan por el calor del sol. Algunos, como las víboras, tienen dos colmillos huecos que comunican con una bolsa llena de un líquido venenoso : al morder oprimen la bolsa y sale el líquido.

147. — Los reptiles se dividen en tres órdenes. Al primero pertenecen los animales cuyo cuerpo está formado por una concha debido á la soldadura de las costillas en una sola pieza : la parte superior se llama espaldar, y la inferior se llama peto. Tienen cuatro extremidades, como se ve en la tortuga.

148. — Este orden, el de los quelonios, se divide en cuatro familias : tortugas terrestres, palustres, fluviales y marinas. La tortuga común pertenece á las palustres.

149. — Los saurios están caracterizados por tener sus cuatro extremidades alargadas y provistas de uñas. Se dividen en tres familias : cocodrilos, lagartos y escindidos. Á la primera pertenece el cocodrilo del Nilo, el caimán etc. ; á la segunda, la lagartija, el camaleón ; á la tercera una especie muy curiosa, la *culebra de vidrio*, llamada así por su fragilidad.

150. — Las serpientes caracterizadas por la forma de su cuerpo, cilíndrico, cubierto de escamas diversamente coloreadas, por la falta de extremidades, etc., forman el tercer orden de los reptiles ; y se dividen en dos tribus : serpientes venenosas, con sus colmillos huecos y aparato secretor de ponzoña, y las serpientes no venenosas. Las víboras pertenecen á la primera, y las culebras á la segunda.

151-152. — Los batracios tienen al principio de su vida respiración branquial, y luego pulmonar, así, primero vivirán en el agua y luego en el aire. Los batracios se distinguen de los demás vertebrados por las metamorfosis que sufren. Primero tienen la forma de un pez sin aletas (renacuajo), después van apareciendo poco á poco las extremidades, la cola cae y la respiración se hace pulmonar.

Los batracios se dividen en dos grupos : *anuros*, que son los que carecen de cola, como los sapos y las ranas, y los *urodelos* que conservan la cola, como en las salamandras.

153. — Los peces se dividen en dos grandes categorías : cartilagosos y óseos. Son ovíparos, de respiración branquial, de piel lisa y escamosa. Tienen las extremidades convertidas en aletas, llamadas aletas pectorales las anteriores, y aletas abdominales las posteriores. Hay otras dos aletas llamadas dorsales, si están en el dorso, y anales las que están cerca de la cola.

Los peces óseos se dividen en seis órdenes, y los cartilagosos en tres.

Cuestionario para los niños.

146. — ¿Cuáles son los caracteres de los reptiles? — ¿Cómo andan los reptiles?

147. — ¿Cómo se dividen los reptiles?

148. — ¿En qué se diferencia una tortuga de una víbora? — ¿Cuál es el esqueleto de una tortuga?

149. — ¿Cuáles son los caracteres de los cocodrilos? — ¿Por qué se dice que lloran los cocodrilos?

150. — ¿Qué diferencia hay entre una víbora y una culebra?

151. — ¿Qué es un renacuajo, vulgo ajolote (1)? — ¿Pueden vivir en el agua y en el aire las ranas? — ¿Por qué?

153. — ¿Cuáles son los caracteres de los peces? — ¿Por qué nadan los peces? — ¿Por qué pueden subir y bajar en las aguas? — ¿Con qué aparato se demuestra que los peces pueden subir ó bajar en el agua haciendo funcionar su vejiga natatoria?

(1) En muchas partes llaman ajolote al renacuajo. El ajolote es un animal distinto.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... 41

FÍSICA ELEMENTAL

LECCIÓN 1ª. — Propiedades generales de los cuerpos...	44
LECCIÓN 2ª. — — — — —	20
LECCIÓN 3ª. — — — — —	28
LECCIÓN 4ª. — — — — —	37
LECCIÓN 5ª. — Movilidad é inercia...	44
LECCIÓN 6ª. — De las propiedades particulares de los cuerpos, dureza, tenacidad, ductilidad, maleabilidad, transparencia, translucidez y opacidad.....	35
LECCIÓN 7ª. — De la luz.....	62
LECCIÓN 8ª. — — Reflexión y refracción. Espectro. — Del sonido. Meteoros aéreos, acuosos, luminosos y eléctricos.....	71

MINERALOGÍA

Algunas Nociones de Mineralogía como introducción al estudio de la Botánica y de la Zoología. — Introducción.....	82
LECCIÓN 9ª. — El reino mineral.....	87
LECCIÓN 10ª. — De las principales sustancias minerales, cuyo conocimiento es indispensable á los niños.....	96

BOTÁNICA

LECCIÓN 11ª. — Generalidades sobre el reino vegetal....	401
LECCIÓN 12ª. — De las raíces.....	407
LECCIÓN 13ª. — Del tallo.....	416
LECCIÓN 14ª. — Hojas, espinas y agujones.....	424
LECCIÓN 15ª. — De la flor y del fruto.....	438

ZOOLOGÍA

LECCIÓN 16ª. — Clasificaciones zoológicas. Caracteres de los vertebrados.....	437
LECCIÓN 17ª. — Caracteres de los Mamíferos.....	446
LECCIÓN 18ª. — De los Mamíferos (Conclusión).....	456
LECCIÓN 19ª. — De las aves.....	464
LECCIÓN 20ª. — De los reptiles y peces.....	473

Hombre (El), por Gérardin (León). Elementos de fisiología, de higiene, de prehistoria y de etnografía, con 296 figuras en el texto. 1 t. 12. <i>Holandesa</i>	\$ 1 25
Plantas (Las). Primeras lecciones de botánica, por Gérardin (León), catedrático de historia natural en las escuelas Turgot, Monge y Monceau. 1 t. 12, con 337 grabados. <i>Holandesa</i>	\$ 1 »
Tierra (La), elementos de cosmografía, meteorología, y geología, por Gérardin (León). 1 t. 12, con 291 grabados. <i>Holandesa</i>	\$ 2 »
Animales (Los), elementos de zoología teórica y aplicada, por Gérardin (León). 1 t. 12, con 336 grabados. <i>Holandesa</i>	\$ 4 25

CURSO ELEMENTAL

DE

ESTUDIOS CIENTÍFICOS

Historia natural, por J. Langlebert, profesor de ciencias físicas y naturales, doctor en medicina, oficial de Academia. Obra enteramente refundida, con arreglo á las clasificaciones zoológica, botánica y geológica admitidas en las grandes escuelas Francesas y Europeas en 1893, seguida de un Resumen general de las clasificaciones zoológica, botánica y geológica, adoptadas actualmente en la enseñanza universitaria. Con más de 630 grabados en el texto, y dos iluminados. 1 t. 12. <i>Tela</i>	\$ 2 »
Física, por J. Langlebert. Edición enteramente refundida, aumentada con muchos capítulos sobre las nuevas aplicaciones de la electricidad, y puesta al corriente de los progresos más recientes de la ciencia. Obra adornada con 337 grabados en el texto. 1 t. 12. <i>Tela</i>	\$ 2 »
Química (<i>Notación atómica</i>), por J. Langlebert. Edición enteramente refundida, puesta á la altura de los progresos más recientes de la ciencia y aumentada con un apéndice sobre la mecánica química. Obra adornada con 187 grabados en el texto, y 16 páginas en cromolitografía. 1 t. 12. <i>Tela</i>	\$ 2 »

EN LA MISMA LIBRERÍA

NOCIONES ELEMENTALES
DE AGRICULTURA

POR EL

Dr. JESÚS DÍAZ DE LEÓN

EDICIÓN ILUSTRADA CON 79 GRABADOS

Índice de la obra : Los treinta y cuatro capítulos que contiene la obra, son los siguientes :

PREFACIO. — INTRODUCCIÓN

Importancia de la agricultura. — Definiciones y clasificación. — Nociones generales de Botánica. — Clasificación agrícola de las plantas. — Climas y regiones agrícolas. — Germinación y multiplicación de los vegetales. — De los injertos. — De las tierras y su naturaleza. — De las tierras arables. — De los abonos y operaciones que mejoran las tierras ó corrigen sus defectos. — Rotación de las cosechas. — De las labores y los instrumentos de cultivo. — Del drenaje y los riegos. — De las cosechas y algunos aparatos agrícolas utilizados en trabajos diversos. — Cultivos especiales. — Cultivo del trigo. — Cultivo del trigo (conclusión). — Cultivo del maíz. — Cultivo del maíz (conclusión). — De las legumbres. — Frijol. — Haba. — Cultivos forrajíferos. — Alfalfa. — De algunos cultivos especiales. — Trébol, garbanzo, lenteja, guisante, cacahuete, tamarindo. — Cultivo de algunas otras gramíneas. — Arroz. Cebada. — Avena. — Centeno. — Mijo. — Alpiste. — Plantas sacarinas. — Caña de azúcar. — Sorgo. — Remolacha. — Morera y Moral. — Cáuamo. — Lino. — Henequén. — Del maguey. — Algodonero. — Cultivo del café. — Cultivos varios. — Añil. — Rubia. — Azafrán. — Tabaco. — Animales útiles al agricultor. — El caballo. — El burro. — El macho. — La raza bovina. — Buey y vaca. — El borrego. — La cabra. — Índice alfabético de voces técnicas.

1 v. LB1585 M6.2 D5.4. \$ 0.50



122036

JUN 23 1955
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
AREA DE SERVICIOS DE BIBLIOTECA
Y DE APOYO ACADEMICO

FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este material antes del vencimiento del préstamo señalado por el último sello