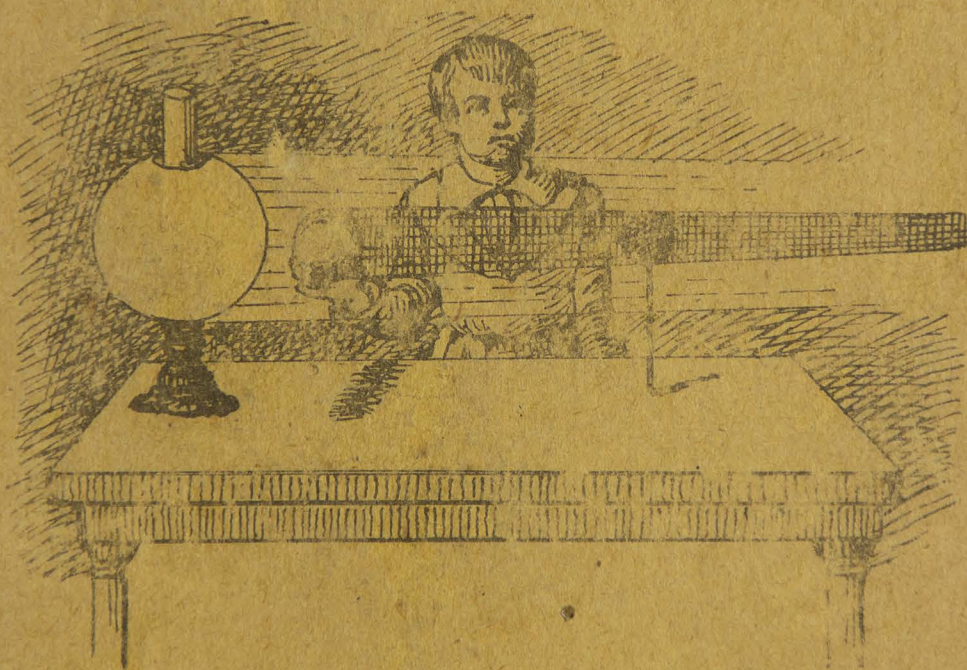


INSTRUCCION PRIMARIA SUPERIOR

COSMOGRAFIA

POR

Luis G. León.



3^a EDICION.

CE
QB61
L4.3
1902

MEXICO

LIBRERIA DE C. BOURET.

CALLE DEL CUCO DE MALO NUM. 14.

1902.

INSTRUCCION PRIMARIA SUPERIOR.

ELEMENTOS

DE

COSMOGRAFIA

ESCRITOS PARA LOS ALUMNOS DE

INSTRUCCION PRIMARIA SUPERIOR

POR

Luis G. León.

Preparador de Física y Química en la Escuela
Normal para Profesoras,
Profesor adjunto de Física en la Escuela Nacional
Preparatoria.

3^a. EDICION.



MÉXICO

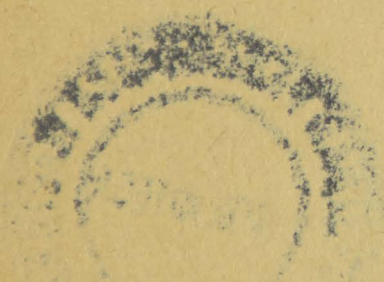
LIBRERIA DE CH. BOURET.

CALLE DEL CINCO DE MAYO NUMERO 14.

1902

CE
QB61
L4.3
1902

122718



CAA 2472045

A mi estudiosa é inteligente discípula

Señorita Luz Magaña.



BIBLIOTECA DE POPULARIZACION CIENTIFICA

POR

Luis G. Leon.

TOMOS PUBLICADOS:

- I Ciento veinte experimentos de Fisica.
- II. La Telegrafia sin alambres.
- III. El Aire líquido.
- IV. El Fonógrafo y sus aplicaciones.
- V. Los fenómenos del Aire.
- VI. Fisica Popular.
- VII. Química Popular.

EN LA LIBRERIA DE BOURET
CALLE DEL CINCO DE MAYO NUM. 14
MEXICO.

OBRA NUEVA.

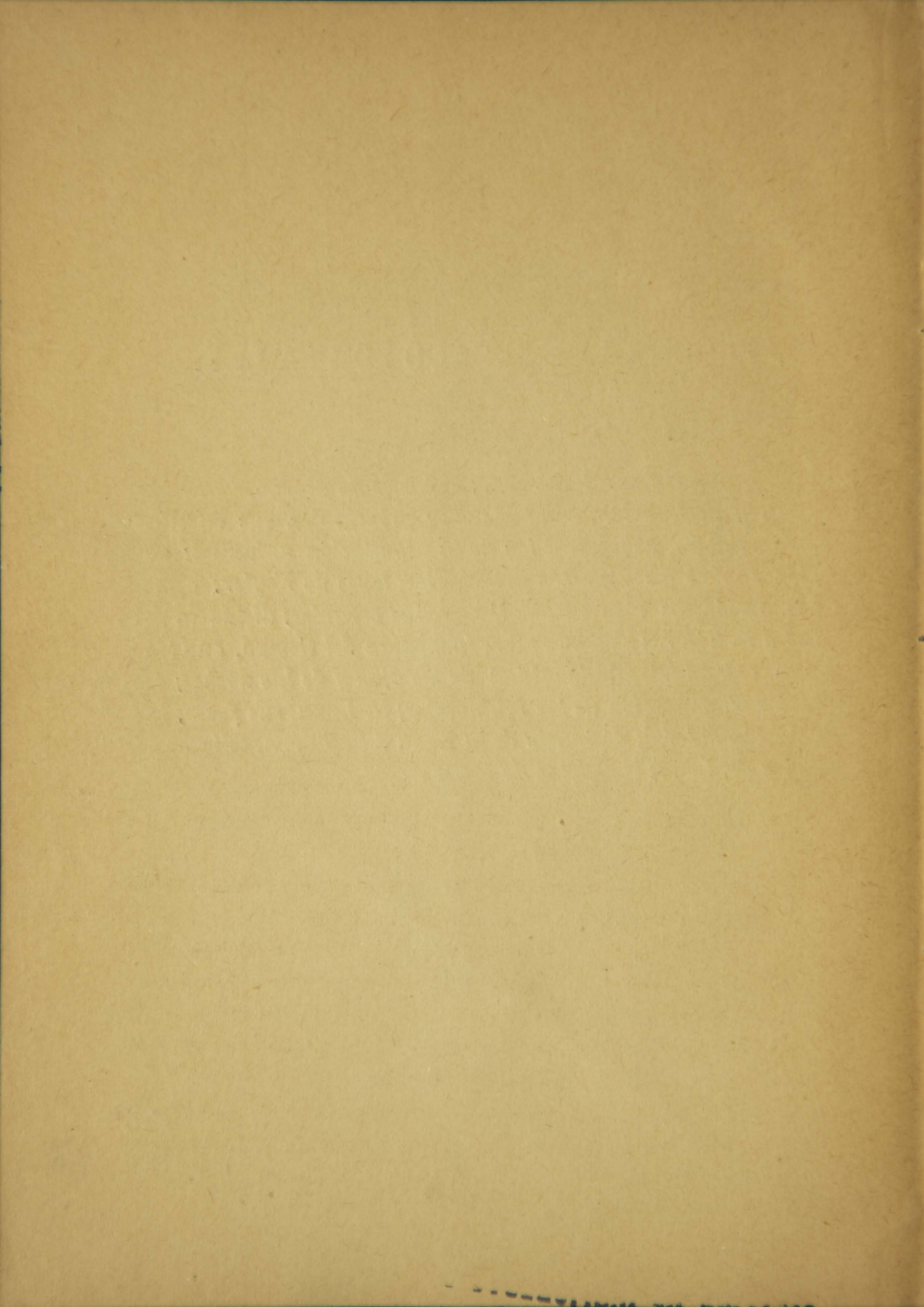
Elementos de Geología para los alumnos del 2º año de Instrucción Primaria Superior.—Obra ilustrada con grabados.

DE VENTA EN LA

Librería de Ch. Bouret, 5 de Mayo 14.

PROGRAMA MARCADO POR LA LEY.

Aspecto general del cielo; movimiento diurno, ascensión recta y declinación; constelaciones principales, sus estrellas más notables, nebulosas; ley de la gravitación universal; nociones sobre los planetas principales; leyes de Kepler; cometas periódicos más notables, estrellas errantes; distancia del Sol á la Tierra; nociones sobre la medida del tiempo, año trópico, calendario, desigualdad de los días y de las noches; estaciones, precesión de los equinoccios; la Luna, sus fases; revolución sideral; distancia de la Luna á la Tierra, eclipses de Sol y de Luna; elementos de Cartografía.



CAPÍTULO I.

ASPECTO GENERAL DEL CIELO.—MOVIMIENTO DIURNO.—ASCENSIÓN RECTA Y DECLINACIÓN.—CONSTELACIONES PRINCIPALES.—SUS ESTRELLAS MÁS NOTABLES.—NEBULOSAS.

1. ASPECTO GENERAL DEL CIELO.—Si en una tarde tranquila nos encontramos en una torre, en una colina ó en cualquiera otro punto elevado y dirigimos la vista al Occidente, observamos que un astro radiante y hermoso, que nos envía luz y calor y que alegra el paisaje con sus vivos fulgores, se va acercando al horizonte, seguido de un cortejo de pequeñas nubes que afectan formas fantásticas y que presentan, ya el color del rubí y la esmeralda, ya el tinte del topacio y del amatista.

Aquella hermosa estrella de roja y esplendente cabellera, el Sol, traspasa los límites del horizonte y se hunde en el ocaso, en una atmósfera de gloria. Los pájaros se esconden en sus nidos, no sin entonar antes cánticos de alabanza al Señor de lo Creado; la campana del templo da las oraciones, las estrellas comienzan á parpadear en el espacio infinito y la noche sucede al día.

2. MOVIMIENTO DIURNO.—Si fijamos ahora la vista en el Oriente y escogemos una estrella notable para la obser-

vación, veremos cómo se eleva poco á poco, conservando la misma situación respecto de las demás, alcanza una gran altura, queda un momento estacionaria y con igual lentitud empieza á descender hacia el Occidente. La distancia que separaba á una estrella de otra ha permanecido constante, así es que todo el cielo ha girado de Oriente á Occidente como una inmensa esfera ó cúpula en cuya superficie estuvieran fijas las estrellas. Así lo creyeron los astrónomos de la antigüedad, engañados por una ilusión de óptica. Es la Tierra la que gira alrededor del Sol, y como gira también nuestra planeta alrededor de su eje, se verifica el doble fenómeno del día y de la noche y la observación de una gran zona del firmamento.

Cuando vamos en un carro de ferrocarril á gran velocidad nos parece estar quietos en un lugar y que los árboles y casas corren á toda prisa en sentido contrario al de nuestro movimiento. Las personas que han subido en globo dicen que al ir ascendiendo les parece estar quietas y que es la Tierra la que se aleja de la canastilla.

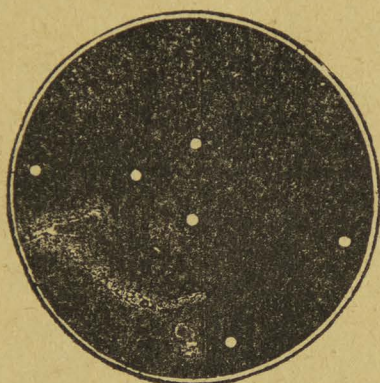
Todos los cuerpos que observamos en la bóveda azul del cielo se conocen con el nombre general de *astros*.

Los astros se dividen en *estrellas fijas y planetas*. Las estrellas fijas son cuerpos que tienen luz propia, que conservan sensiblemente la misma distancia unas con respecto á otras y son centros de atracción de un grupo más ó menos numeroso de cuerpos opacos.

Los planetas son cuerpos que carecen de luz propia, es decir, son cuerpos opacos, no conservan un lugar constante en el espacio y están sujetos á girar con bastante rapidez alrededor de un centro de atracción.

Las estrellas aparecen como puntos brillantes de cintilante luz, y el brillo de los planetas es fijo y no cintilante.

El número total de estrellas de la esfera celeste visibles á la simple vista media, es de 5,000 próximamente; pero si se dirige la mirada al cielo con ayuda de un telescopio, se advierte que por cada estrella visible á la simple vista hay millares, ó mejor dicho, millones, que no se perciben sin auxilio de los instrumentos. Si observamos á la simple vista una porción de la constelación de los Gemelos (fig. 1), no vemos más que seis estrellas; pero examinada la misma porción con ayuda de un telescopio, se observa una grandísima cantidad de estrellas (fig. 2).



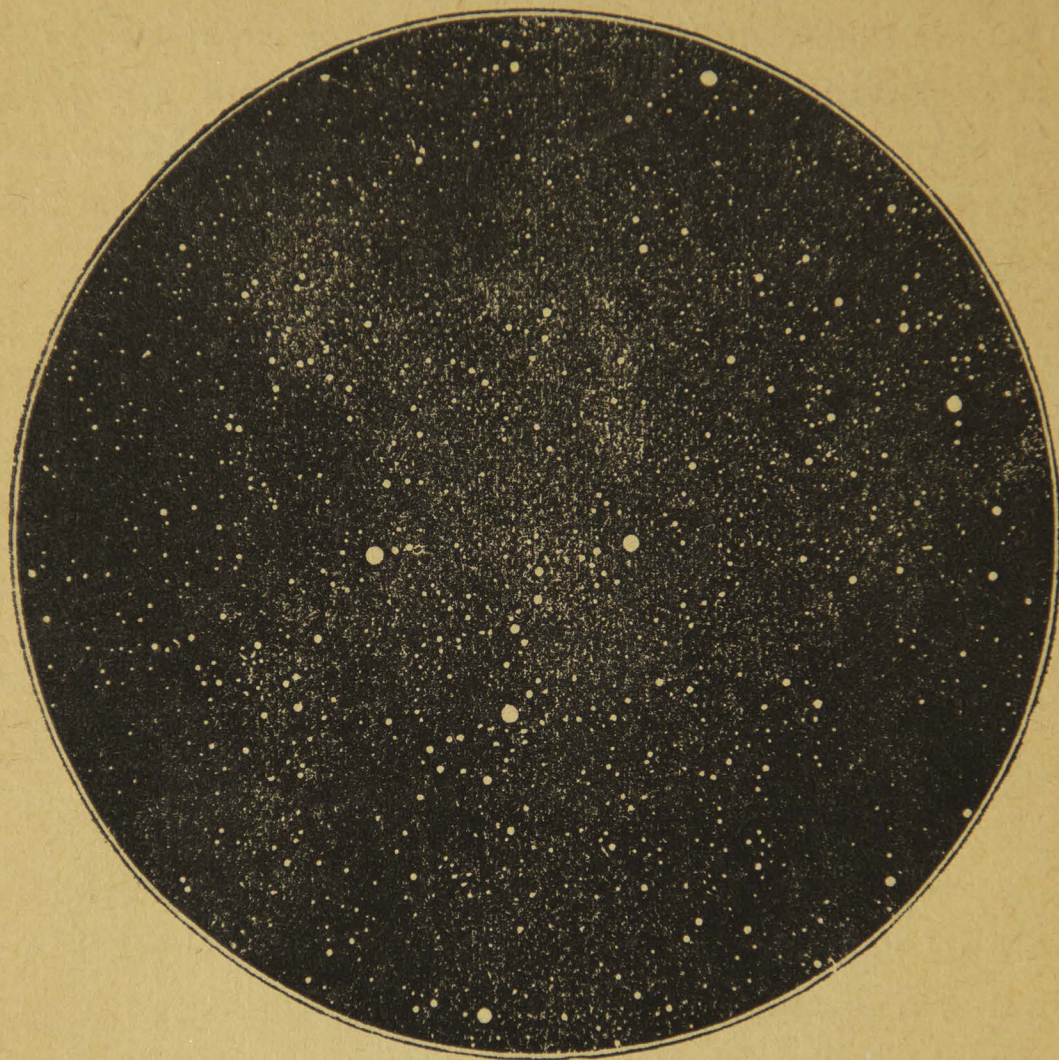
1. Porción de los Gemelos á la simple vista.

Con los poderosísimos telescopios de nuestra época se calcula que el número de estrellas visibles alcanza la cifra de 75.000,000.

Si consideramos prolongado el plano del ecuador terrestre hasta que corte á la imaginaria esfera celeste, la línea de intersección resultante será el *ecuador celeste*. Si suponemos igualmente prolongado el eje de la Tierra hasta que encontrara á la esfera celeste, la mitad del meridiano que pasara por ese eje y por la estrella sería el *círculo horario* de la estrella.

3. ASCENSIÓN RECTA Y DECLINACIÓN.—Pues bien, se da el nombre de *declinación* á la distancia angular que hay de

un astro al ecuador celeste, contada sobre un arco de meridiano, y se llama *ascensión recta* al arco del ecuador comprendido entre el primer meridiano y el círculo horario de la estrella considerada.



2. La misma porción observada al telescopio.

La declinación se cuenta de 0° á 90° al Sur y al Norte del Ecuador, y la ascensión recta de 0° á 360° de Occidente á Oriente.

La declinación y la ascensión, también llamadas *coordenadas celestes*, sirven para determinar la posición de los astros.

4. CONSTELACIONES PRINCIPALES.—Los grupos de estrellas formados para hacer sencilla la clasificación, reciben el nombre de *constelaciones*.

Los astrónomos modernos han abandonado las figuras arbitrarias de los antiguos, pero han conservado los nombres de las constelaciones, designando á las estrellas de una misma constelación en el orden de sus magnitudes por las letras griegas y luego por las romanas.

Comenzaremos por mencionar las doce constelaciones zodiacales frente á las cuales pasa el Sol, en su camino aparente, en el curso de un año. Estas constelaciones están situadas al Norte y Sur de la eclíptica y abrazan una zona de 18°:

Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, León, Virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis.

Las estrellas más notables en estas constelaciones son: *Aldebarán*, α del Tauro; *Castor* y *Pollux*, β y α del Géminis; *Regulus*, α del León; *La Espiga*, α de Virgo, y *Antares*, α del Escorpión.

Las constelaciones septentrionales son las que están situadas al Norte de la zona zodiacal y las australes son las que se hallan al Sur de dicha zona. He aquí los nombres de las principales constelaciones septentrionales con expresión de las estrellas más notables:

<u>Constelaciones.</u>	<u>Estrellas.</u>
Osa Mayor	
Osa Menor.	Polar.
Casiopea.	
Cefeo.	
Dragón.	
Cabellera de Berenice.	

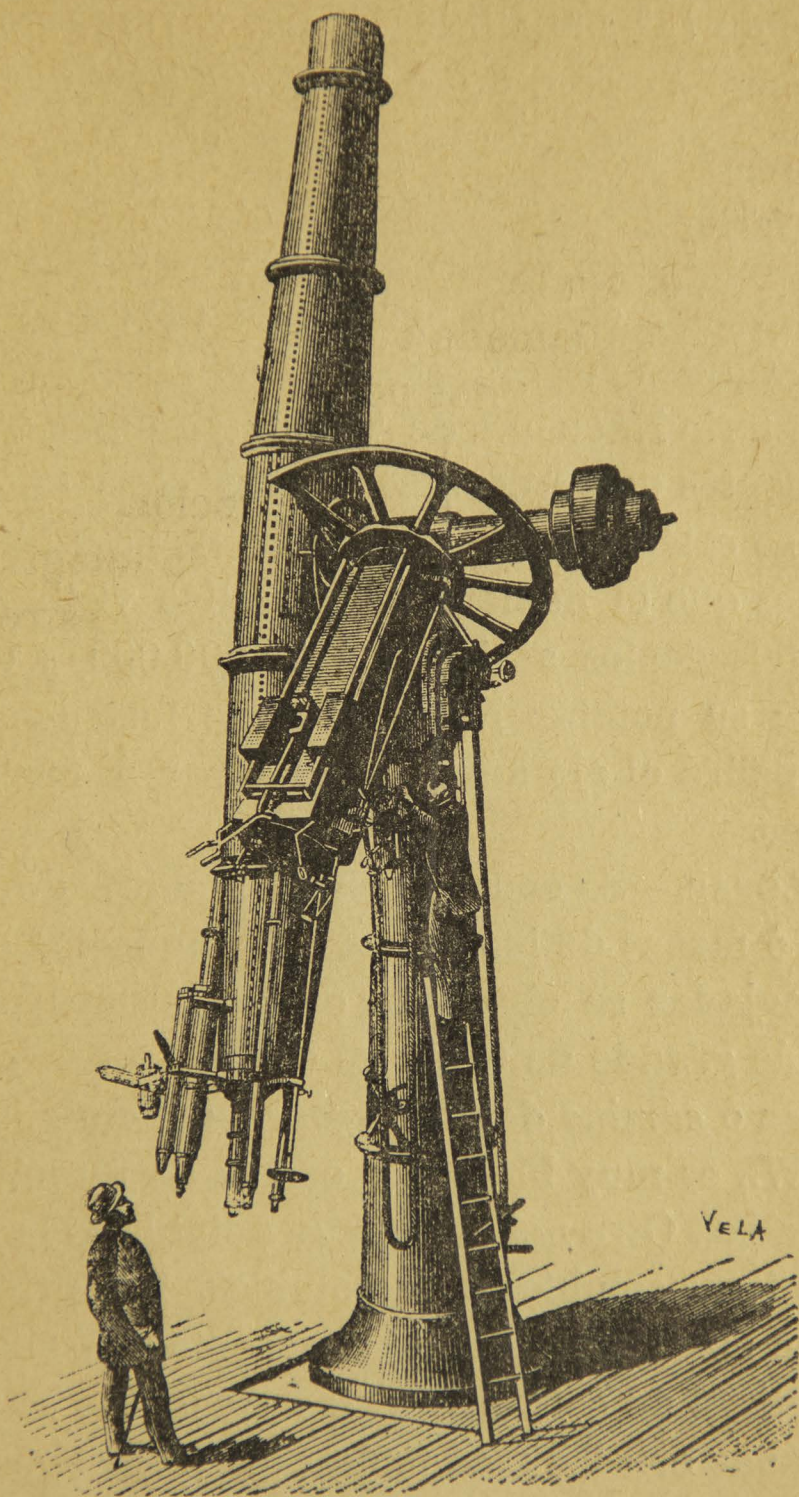
Boyero.	Arturo.
Corona Boreal.	Rosa.
Hércules.	
Lira.	Wega.
Cisne.	
Delfín.	
Pequeño Caballo.	
Andrómeda.	
Pegaso.	Algenib.
Triángulo.	
Perseo.	
Cabeza de Medusa.	Algol.

Las principales constelaciones australes son:

La Ballena.	
Eridano.	Achernad.
Orión.	Rigel.
La Liebre.	
El Can Mayor.	Sirio.
El Can Menor.	Procyon.
El Navío.	Canopus.
La Hidra.	Alphar.
La Copa.	
El Cuervo.	
El Centauro.	
El Altar.	
La Cruz austral.	
La Corona austral.	
El Pez austral.	Fomalhaut.

Con objeto de distinguir y reconocer mejor las estrellas se han clasificado en varios órdenes. Las más brillantes constituyen el 1er. orden; después vienen las de 2º orden,

que son un poco menos brillantes, y en seguida las de 3^o, 4^o, 5^o y 6^o orden ó magnitud.



3. Anteojo astronómico de gran potencia.

Por mucho tiempo esta fué la última magnitud; pero gracias á los telescopios se han ido descubriendo otras estre-

llas, se ha podido penetrar más todavía en la inmensidad del espacio y actualmente se ha llegado hasta el estudio de estrellas de 17^a magnitud. La fig. 3 representa un antejo astronómico de gran potencia. Se reduce esencialmente este aparato á un largo tubo en cuya extremidad inferior hay una lente llamada *ocular*, por ser á la que se aplica el ojo del observador, y en la otra extremidad lleva otra lente llamada *objetivo*, por donde penetran los rayos luminosos emitidos por el astro que se observa. En nuestro Observatorio Nacional de Tacubaya existen muy buenos instrumentos de observación, entre ellos un *ecuatorial* con el que se están obteniendo fotografías del cielo.

Ya dijimos que el número de estrellas visibles con los modernos telescopios asciende á 75.000,000, y cuando el hombre, con su potente genio, invente instrumentos más poderosos, podrá el ojo humano penetrar á regiones aún inexploradas.

5. NEBULOSAS.—Se conoce con el nombre de *nebulosas* unas zonas ó masas de luz difusa y blanquecina que en las noches despejadas se observan en los mismos puntos del cielo. La más grande de todas es conocida con el nombre de *Vía láctea* ó *camino de Santiago*. Se extiende en el cielo de NE. á SW., es muy blanca y consta de un número infinito de estrellas. Otra nebulosa muy notable es la de Orión.

Hay nebulosas solubles é irresolubles. Las primeras son aquellas que observadas con el telescopio aparecen formadas por multitud de estrellas y las segundas son las que aun observadas con los más poderosos telescopios no han podido ser resueltas.

Hay muchas astrónomos que afirman que las nebulosas, sean solubles ó irresolubles, no son sino masas gaseosas incandescentes, ó vastas extensiones de materia cósmica que

no ha llegado todavía al grado de condensación necesario para resolverse en cuerpos celestes perfectamente definidos.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

Enséñese á los niños una carta del cielo y una esfera celeste y hágase que entiendan bien los términos astronómicos.—Las lentes, su importancia.—Historia del telescopio.—Muéstrese á los niños un antejo, y si es posible, hágase una visita á un Observatorio.

CAPÍTULO II.

LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL.—NOCIONES SOBRE LOS PLANETAS PRINCIPALES.—LEYES DE KEPLER.

6. LEY DE LA GRAVITACIÓN.—En los *Elementos de Filosofía de Newton*, de Voltaire, se lee lo siguiente:

“Cierta día del año de 1686, Newton, que residía en el campo, vió caer á sus pies la fruta de un árbol, y según me ha contado su sobrina (Mad. Conduit), empezó desde entonces á meditar profundamente en la causa que de tal modo atraía á los cuerpos”

Newton descubrió la siguiente ley llamada de la gravitación universal:

Los cuerpos se atraen unos á otros en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias, así es que la atracción que el Sol ejerce sobre los planetas es proporcional á las masas de los planetas, é inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias al centro del Sol.

Si la distancia del planeta al Sol se duplica, la atracción

se hace cuatro veces menor; si la distancia se triplica, la atracción se hace nueve veces menor, etc.

Alrededor de ciertos planetas se mueven satélites que se encuentran sujetos á la misma ley, es decir, que los planetas atraen á los satélites proporcionalmente á las masas de éstos, y en razón inversa del cuadrado de sus distancias al centro del planeta.

La atracción de los planetas se ejerce también sobre los cuerpos colocados en su superficie y entonces toma el nombre de *gravedad*. Así es que la atracción de la Tierra sobre los cuerpos colocados en su superficie es la que los hace caer hacia el centro; la atracción de la Tierra sobre la Luna es la que hace girar á ésta alrededor de la Tierra.

El sistema solar ó *familia planetaria*, está formado por el Sol, hermosa estrella fija que nos da vida, y por los planetas siguientes que giran alrededor del Sol:

Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

Forman también parte del sistema solar los satélites ó planetas secundarios que giran alrededor de algunos planetas principales: los asteroides, las estrellas fugaces y los cometas.

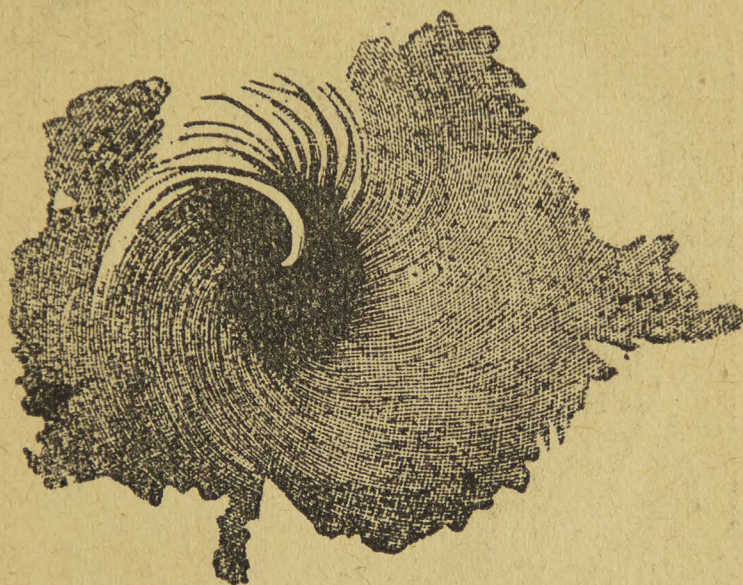
Los planetas describen en su movimiento órbitas elípticas poco alargadas, ocupando el Sol uno de los focos. Los cometas también describen órbitas elípticas, pero tan alargadas que la parte observable la hace aparecer como órbita parabólica.

Hay que recordar que *la órbita menos alargada de un cometa es más alargada que la más alargada de un planeta*.

El Sol, que es el astro más hermoso que vemos en el cielo, es una esfera luminosa que tiene 1.380,000 kilómetros de diámetro, lo que da 4.330,000 kilómetros de circunferencia,

más de *seis billones* de kilómetros cuadrados de superficie y un volumen de *un trillón, trescientos noventa mil cincuenta billones de kilómetros cúbicos*.

La intensidad de la luz solar ha sido medida con fotómetros (1) y equivale á la de 68,000 bujías colocadas á un metro de distancia. La luz eléctrica, no obstante su poderoso brillo, es dos veces y media menos intensa que la que el Sol nos envía!



4. Mancha solar.

Se observan en el Sol manchas oscuras que han servido para determinar que el Sol gira alrededor de su eje en el término de 18 días y medio próximamente.

7. Nociones sobre los planetas principales.

MERCURIO.—Es el planeta más cercano al Sol, del cual dista 69.000,000 de kilómetros. Gira alrededor del Sol en ochenta y ocho días terrestres, y alrededor de su propio eje en veinticuatro horas y cinco minutos. Parece que Mercu-

(1) Véase «Cien Experimentos de Optica» por Luis G. León.

rio posee una atmósfera muy densa. Es el planeta más pequeño de todos, pues su volumen es como la décima parte del de la Tierra.

A Mercurio no se le ha reconocido ningún satélite.

VENUS.—Este planeta, que nos es muy conocido por su hermosa luz, y que unas veces aparece por el Oriente antes de la salida del Sol, y otras por el Occidente, poco des-



5. La Tierra en el espacio.

pués de la puesta del Sol, dista de este astro 107.000,000 de kilómetros. Tarda 224 días, 16 horas y 49 minutos en recorrer su órbita, y gira alrededor de su propio eje en 23 horas, 21 minutos y 24 segundos. Venus es el planeta más cercano á la Tierra, su volumen es igual á los nueve décimos de nuestro globo.

A Venus tampoco se le ha reconocido satélite alguno.

LA TIERRA.—El planeta que habitamos, y que en una

época estuvo considerado como centro del Universo, tiene la forma de un esferoide, es decir, que el radio ecuatorial es mayor que el radio polar. Se encuentra situado á una distancia media del Sol de 148.000,000 kilómetros. Su órbita es elíptica como la de los demás planetas; la Tierra se encuentra en el perihelio (ó sea á la menor distancia del Sol) el 2 de Enero de cada año, y en el afelio (mayor distancia al Sol) el 2 de Junio.

La Tierra (fig. 5) da una vuelta completa alrededor del Sol en el término de 365 días y 6 horas, y gira alrededor de su propio eje en 24 horas. La Tierra camina en el espacio con una velocidad de 30 kilómetros por segundo, próximamente, velocidad muy superior á la inicial de una bala de cañón.

Nuestro planeta está rodeado por una capa gaseosa que se llama *aire atmosférico* (1) y á la que se ha calculado una altura media de 80 kilómetros.

El radio medio de la Tierra es de 6,366 kilómetros, así es que el volumen pasa de un billón de kilómetros cúbicos.

Como el Sol no está fijo en el espacio, sino que camina constantemente en derredor de una estrella de la constelación de Hércules, la Tierra tiene que participar de este movimiento.

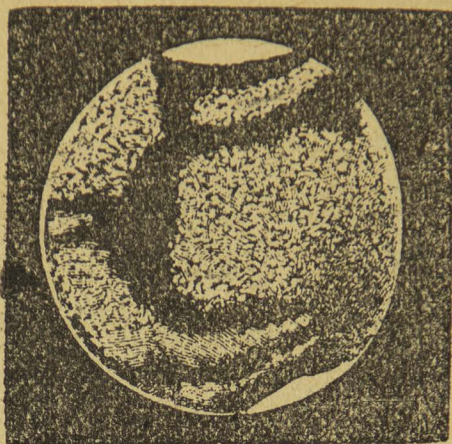
El eje de la Tierra, ó sea la línea que resulta de unir los dos polos, está inclinada sobre el plano del Ecuador celeste, formando un ángulo de $23^{\circ}28'$; pero el valor de este ángulo no es constante, sino que oscila entre los 22° y los 24° en un período de veinte mil años.

La Tierra tiene un satélite que nos es muy conocido y

(1) Véase «Geografía» por L. G. León y G. Rodríguez, 2^o semestre del 1^{er}. año de I. P. Superior.

que alumbra con luz suave y melancólica nuestro planeta. Este satélite es la Luna, de la que nos ocuparemos con alguna extensión en otro capítulo.

MARTE.—Después de la Tierra y en el orden creciente de sus distancias al Sol está el planeta Marte (fig. 6), notable



6. Aspecto de Marte.

por el color rojizo de su luz. Marte dista del Sol 225.400,000 kilómetros. Su órbita, que es muy elíptica, la recorre en 687 días terrestres, y da una vuelta alrededor de su propio eje en veinticuatro horas y cuarenta minutos. El volumen de Marte es como una novena parte del de la Tierra, pues su diámetro es de unos 6,850 kilómetros.

Por mucho tiempo se creyó que Marte no tenía satélites; pero en el año de 1877 el Sr. A. Hall, Director del Observatorio Astronómico de Washington, descubrió dos muy pequeños, á los que se dió el nombre de *Fobos* y *Deimos*.

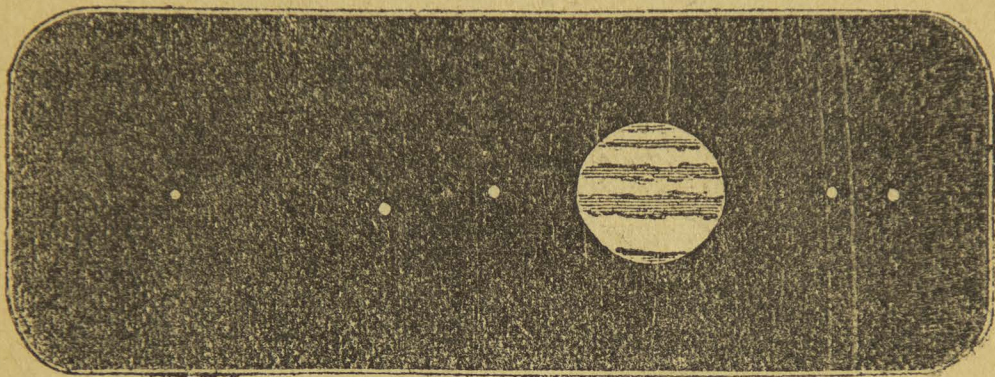
En la superficie de Marte se observan unos canales bien marcados y unas manchas oscuras que cambian de coloración. Se distinguen también nieves en los polos. Cada día avanza más la teoría de que Marte tiene habitantes.

JÚPITER.—Llegamos al estudio del cuerpo más grande de la familia planetaria; tan grande es, que sólo él tiene

más masa y más volumen que todos los demás planetas reunidos.

Júpiter está situado á 768.000,000 de kilómetros del Sol. Recorre su órbita en once años, diez meses y diez y siete días. Tiene un diámetro ecuatorial de 142,000 kilómetros, y su volumen es 1,234 veces mayor que el de la Tierra.

Júpiter (fig. 7) gira con gran velocidad alrededor de su eje,



7. Júpiter y sus satélites.

pues tarda solamente nueve horas y cincuenta y seis minutos. Júpiter está rodeado de una atmósfera muy densa.

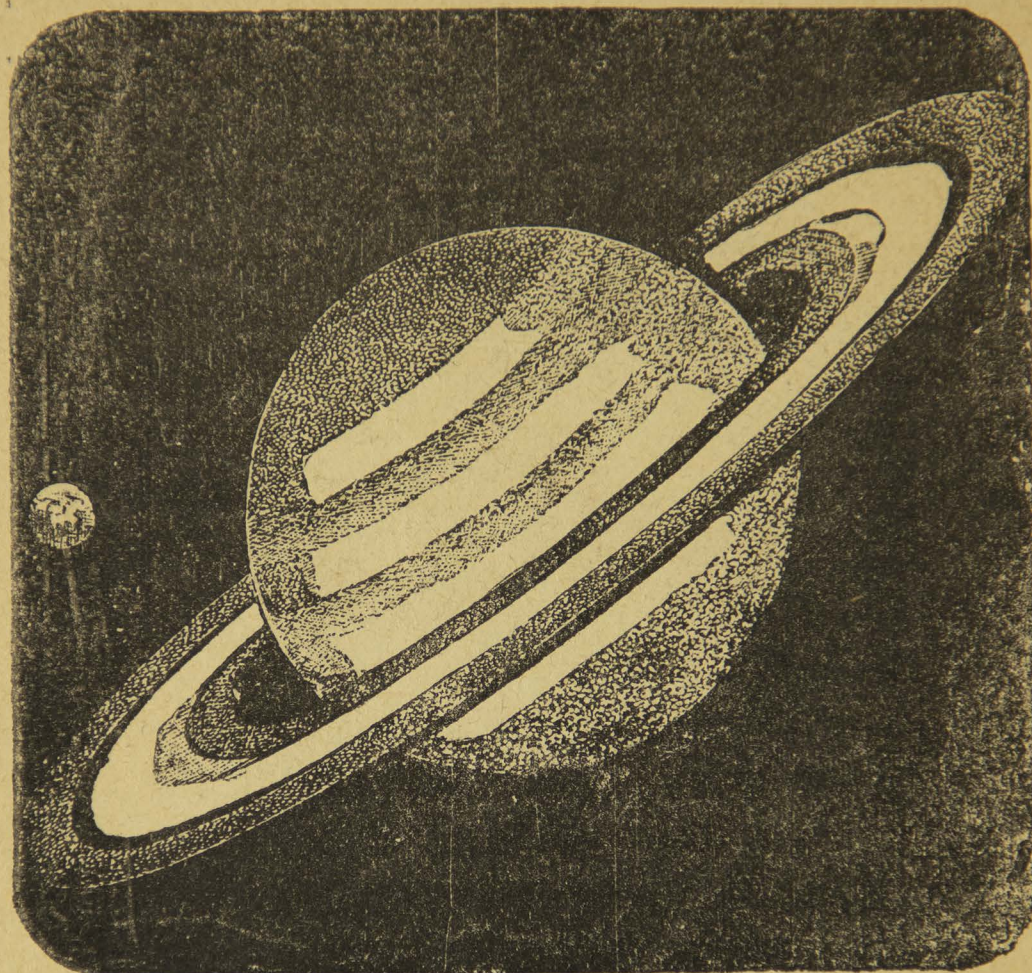
En 1610 el célebre astrónomo italiano Galileo descubrió cuatro satélites de Júpiter á los que dió los nombres de *Io*, *Europa*, *Ganímedes* y *Calixto*, y hace diez años otro astrónomo, el Sr. Barnard, descubrió un quinto satélite de Júpiter.

Los satélites de Júpiter sirvieron á Roemer para medir la velocidad de propagación de la luz.

SATURNO.—Este planeta que formó por mucho tiempo el límite de la familia planetaria, dista del Sol 1,420.000,000 de kilómetros; recorre su órbita en 29 años, 167 días terrestres, y gira alrededor de su eje en 10 horas y 16 minutos. El diámetro ecuatorial de Saturno mide 122,000 kilómetros,

y el volumen de este planeta equivale á 864 veces el de la Tierra.

Observado Saturno (fig. 8) con el telescopio se le ve un



8. Saturno y sus anillos.

anillo opaco que le rodea á cierta distancia. El físico Huyghens fué quien lo determinó claramente por primera vez; pero ya Galileo lo había observado.

Saturno tiene ocho satélites que son: *Mimas*, *Encelado*, *Tétis*, *Dione*, *Rea*, *Titán*, *Hiperión* y *Japet*.

El anillo de Saturno dista unos 37,000 kilómetros de la superficie del astro, tiene 280 kilómetros de espesor y 47,000 de anchura.

Se cree que el anillo debe estar formado por masa ecuatorial desprendida del mismo planeta por la fuerza centrífuga resultante del movimiento de rotación.

URANO.—Decía yo que por mucho tiempo fué considerado Saturno como el último planeta de la familia solar. En 1781 el astrónomo Herschell descubrió un nuevo planeta, el cual se conoce con el nombre de *Urano*.

Este planeta dista del Sol 2,932.000,000 de kilómetros y recorre su órbita en ochenta y cuatro años terrestres, próximamente. El diámetro de Urano es de unos 53,000 kilómetros y su volumen 73 veces mayor que el de la Tierra.

Urano tiene cuatro satélites bien conocidos que son: *Ariel*, *Umbriel*, *Titania* y *Oberón*, y todos presentan la rara particularidad de que en lugar de girar de Occidente á Oriente, como todos los demás cuerpos del sistema planetario, giran de Oriente á Occidente.

NEPTUNO.—Es el último de los planetas descubiertos hasta el día, y su descubrimiento constituye una de las páginas más brillantes de la astronomía moderna, pues Neptuno no fué descubierto con auxilio del telescopio, sino por medio del cálculo.

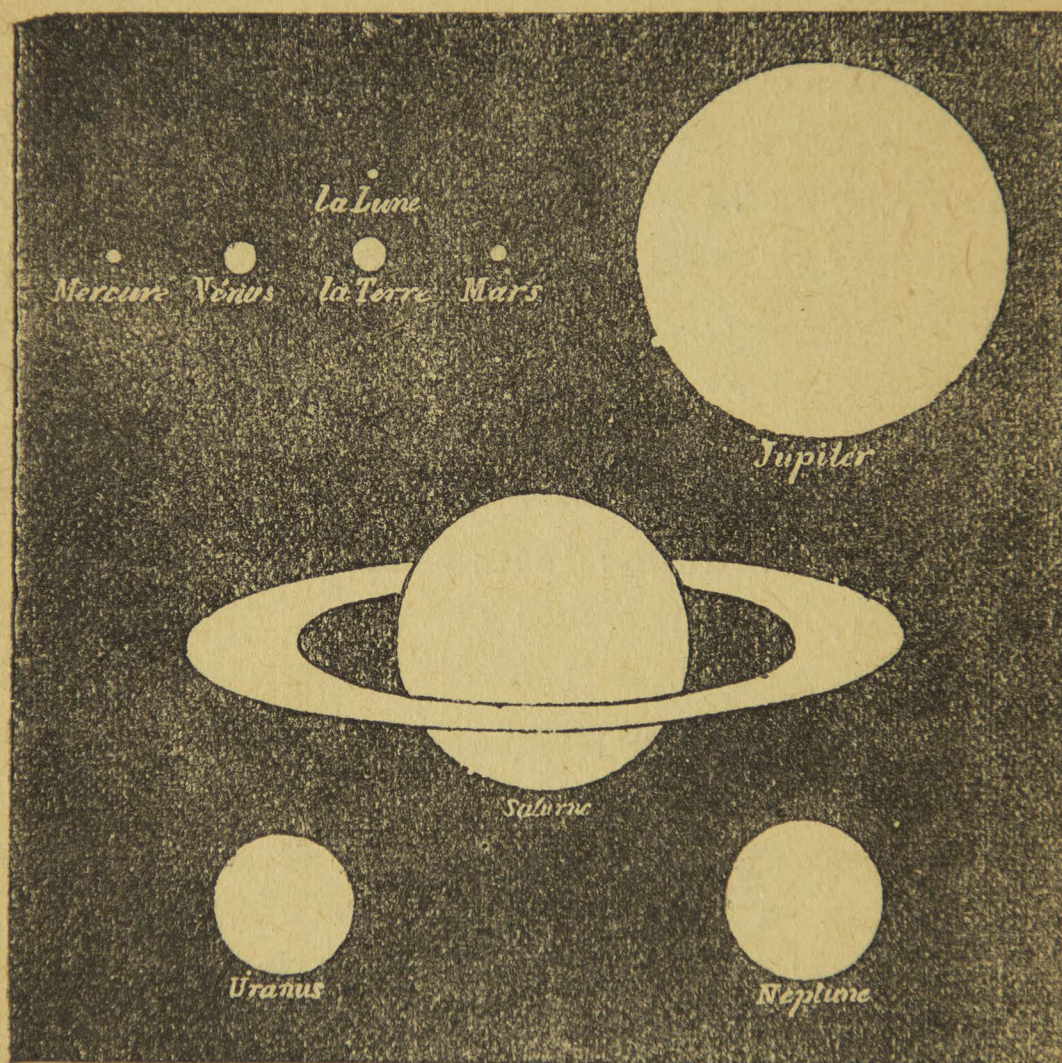
Neptuno dista del Sol 4,400.000,000 de kilómetros y recorre su órbita en 165 años. Gira alrededor de su eje en once horas próximamente. El diámetro de Neptuno es más de cuatro veces mayor que el de la Tierra y su volumen 84 veces mayor que el de nuestro planeta.

A Neptuno se le ha descubierto un satélite.

Entre las órbitas de Marte y Júpiter giran muchísimos cuerpos celestes que han recibido el nombre de *asteroides*. En el año de 1801 el astrónomo italiano Piazzi descubrió el primer asteroide al cual dió el nombre de Ceres; después

se han descubierto muchos otros: Palas, Juno, Vesta, Astrea, Hebe, Iris, etc., etc., y cada año se descubren más.

Ya hemos dicho que los planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol, estando este astro colocado en uno de los focos, común á todas las órbitas. Recordaremos que en una elipse cualquiera se llama radio vector á la línea recta que une un foco con un punto cualquiera de la curva.



9. Dimensiones comparadas de los planetas.

8. LEYES DE KEPLER.—El célebre astrónomo Kepler, estudiando el movimiento del planeta Marte con las tablas construidas por Tycho-Brahé, descubrió las siguientes leyes, que se llaman leyes de Kepler:

1^a *Las áreas descritas por el radio vector, yendo del centro del Sol al centro de cada planeta, son proporcionales al tiempo.*

2^a *Las curvas descritas por los planetas son elipses, uno de cuyos focos ocupa el Sol.*

3^a *Los cuadrados de los tiempos de las revoluciones de los planetas son proporcionales á los cubos de los semi-ejes mayores de las órbitas.*

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

Hablar de los trabajos del célebre Newton.—Fuerza centrífuga.—Fuerza centripeta.—Dejar caer un objeto.—Hacer girar una honda.—Hacer girar un vaso lleno de agua y explicar á los niños por qué el agua no se cae.—Enseñar á los niños á trazar una elipse.—Tamaños comparativos de los planetas.

CAPÍTULO III.

COMETAS PERIÓDICOS MÁS NOTABLES.—ESTRELLAS ERRANTES.—DISTANCIA DEL SOL Á LA TIERRA.

9. COMETAS PERIÓDICOS.—Los cometas, preciosos astros cuya aparición en el cielo era en otras épocas presagio de mil calamidades, son unos cuerpos que se presentan bajo la forma de una ráfaga luminosa. Se componen, en general, de una masa redonda de materia nebulosa que se llama *cabellera*, en cuyo centro se ve un *núcleo* brillante, y de una prolongación luminosa, que se llama *cauda* ó *cola* del cometa. Esta cauda va aumentando notablemente á medida que el cometa se acerca al Sol, y va disminuyendo y llega hasta desaparecer, cuando el cometa se aleja del Sol.

Según hemos indicado ya, los cometas describen en de-

redor del Sol órbitas muy elípticas, alejándose del centro de nuestro planeta á millares de millones de kilómetros.

En la familia solar hay estudiados cerca de mil cometas, algunos de los cuales son muy conocidos por la hermosura de su brillo y la regularidad de sus apariciones.

Los cometas son cuerpos gaseosos y tan tenues que cualquier astro sólido podría deslizarse entre su masa sin encontrar resistencia alguna. Las colas de los cometas alcanzan, por lo general, dimensiones verdaderamente asombrosas. Herzchell calculó que la cola del cometa de 1811 tenía 40.000,000 de leguas de largo y 6.000,000 de leguas de ancho; y el cometa de 1843 tenía una cauda de 80.000,000 de leguas de largo. Algunos cometas presentan una cola marcadamente curva y en todos son visibles, á través de su cauda, aun las estrellas más pequeñas.

Aristóteles creía que los cometas eran producidos por exhalaciones desprendidas de la Tierra y que se incendiaban al llegar cerca del Sol.

Newton fué quien dió la primera teoría satisfactoria de los cometas diciendo, que no eran meteoros pasajeros, sino astros que forman parte del sistema solar, y que describen órbitas elípticas muy alargadas alrededor del Sol que ocupa uno de los focos.

Daremos ahora una ligera idea de los cometas principales.

En 1682 fué observado en Europa un hermoso cometa que el astrónomo Halley se apresuró á estudiar. Halley reconoció que este cometa era el mismo que había aparecido en 1531 y en 1607 y que por lo tanto la periodicidad de su aparición era de 76 años poco más ó menos.

Halley anunció que el cometa regresaría en 1757 ó 1758, y realmente apareció el 25 de Diciembre de 1758, con lo

cual quedó brillantemente confirmada la teoría del gran filósofo Isaac Newton. Este cometa volverá el año de 1910, es decir, dentro de 8 años.

El cometa de Halley fué el primero cuya periodicidad fué perfectamente conocida.

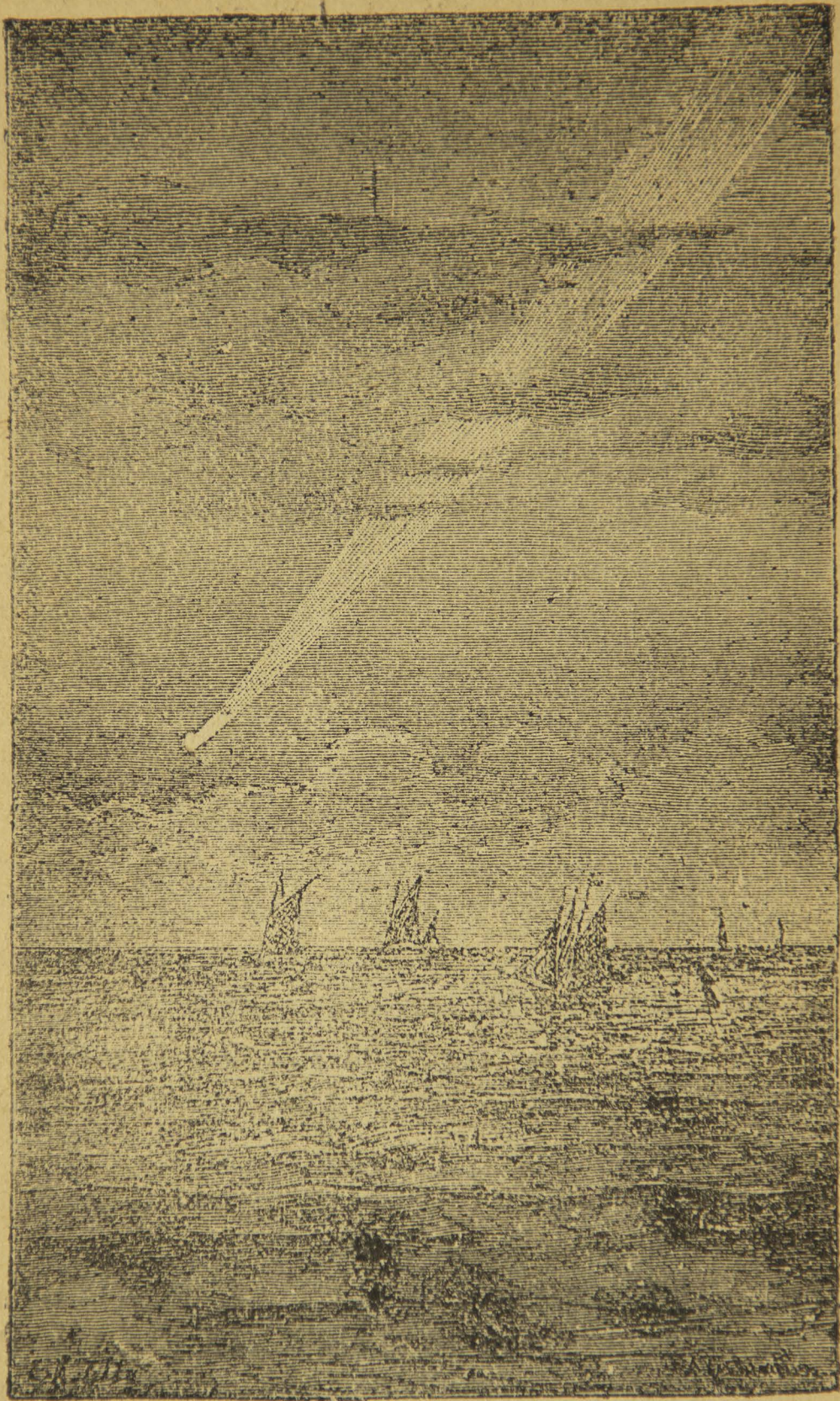
En el año de 1817 fué observado en Marsella un cometa, del cual el astrónomo Encke calculó la elipse entera. Este astro cabelludo es de corto período, pues recorre su órbita en tres años y cuarto. No es visible á la simple vista, sino solamente con auxilio del telescopio; tiene forma redonda y rarisimas veces se le ha observado vestigio de cola.

En el año de 1826 fué observado en Bohemia por el astrónomo Biela, y en Marsella por el astrónomo Gambart, un cometa cuyos elementos fueron desde luego calculados, y que resultó tener una periodicidad de seis años y medio.

Este cometa presentó, cuando su aparición en 1845, la particularidad de transformarse en dos astros distintos. Anteriormente se parecía al cometa de Encke, presentando la forma de una nebulosidad redonda. En 1845 reapareció simple como en un principio, pero el 29 de Diciembre se observó que se había dividido en dos porciones de desigual tamaño, cada una de ellas llevando una pequeña cola que se dirigía lejos del Sol. En 1852 volvió á aparecer el cometa doble, pero ya cada cuerpo había adquirido una forma redondeada.

Otro cometa periódico notable es el que fué observado por Donati, en Florencia, en 1858.

El año de 1882 apareció en el cielo el cometa más hermoso de cuantos se vieron en el siglo XIX (fig. 10). Parece que desde el 17 de Septiembre de 1882 se le había observado en el Cabo de Buena Esperanza. Los astrónomos europeos declaran que ese gran cometa es el más resplande-



10. El Cometa de 1882.

ciente que ha brillado en el cielo en nuestra época, al grado de que era visible claramente en pleno día. En México fué observado en toda su brillantez.

10. ESTRELLAS ERRANTES.—Distínguense á menudo, en las noches tranquilas, de cielo límpido y atmósfera transparente, cuerpos luminosos que parecen desprenderse del lugar que ocupan en la bóveda azul, para ir á perderse en el abismo infinito. Estos cuerpos que son conocidos con el nombre de «estrellas fugaces,» se observan en cualquiera época del año, á razón de cuatro ó cinco por hora, aplicándoseles el calificativo de «esporádicas;» pero en la noche del 10 de Agosto y en la del 12 de Noviembre de cada año, se observa una verdadera lluvia, un enjambre preciosísimo de estrellas que parecen tener un punto común de partida. La lluvia de Agosto, por verificarse el día 10, se llama «lluvia de San Lorenzo,» y tiene como lugar de arranque la constelación de Perseo; y la lluvia de Noviembre, se llama de las Leónidas, por tener como zona de mayor intensidad la constelación del León.

No todos los años tienen estas lluvias igual intensidad, observándose máximos y mínimos cada cierto número de años.

En el mes de Noviembre de 1833 hubo lluvia abundantísima de estrellas, y el célebre padre Sechi, al hablar en una de sus obras, de una lluvia por él observada en el Observatorio de París, dice que entre 1 y 3 de la mañana era tal la cantidad de estrellas que salía del punto radiante, que materialmente le fué imposible contarlas.

El fenómeno es de una belleza y de una magnificencia extraordinaria. Tissandier habla de una lluvia hermosísima que tuvo la dicha de observar durante una de sus numerosas ascensiones aerostáticas.

He dicho ya que las estrellas esporádicas se observan en cualquiera época del año, verificándose las lluvias periódicas en los meses de Agosto y Noviembre.

En la lluvia del mes de Agosto de 1839, los astrónomos Capocci y Nobile contaron en el Observatorio de Nápoles 1,000 estrellas fugaces en 4 horas, lo que da, poco más ó menos, cuatro estrellas por minuto.

En la noche del 8 de Agosto de 1836, M. Walderfin contó en el Observatorio de Bourbonne-les-Bains, 316 estrellas en un minuto.

Los fanáticos católicos irlandeses dicen al observar la lluvia del 10 de Agosto; que esas miriadas de puntos centellantes son las lágrimas ardientes del mártir cuya fiesta se celebra en ese día.

Por regla general es más hermosa la lluvia de Noviembre que la de Agosto de cada año.

Entre dos y cuarto de la mañana del 13 de Noviembre de 1799, Humboldt y Bonpland observaron una magnífica lluvia de estrellas en Cumaná. Dice Humboldt, que aquello parecía un bombardeo.

La del 12 al 13 de Noviembre de 1833, á que antes hice referencia, fué de una belleza extraordinaria, Arago, el celeberrimo astrónomo, habla con entusiasmo de esa lluvia, en una de sus obras; dice que era imposible contar el número de estrellas, y que la zona de radiación se extendía desde el Golfo de México hasta Califax.

El astrónomo americano Olmsted comparaba esa lluvia con la mitad del número de copos que caen durante una tormenta de nieve, y hubo quien calculara en 34,640 el número de estrellas que caían por hora.

Respecto al color de las estrellas fugaces, los dos tercios

de las que se ven por hora, son blancas, siendo verdes y rojas las del otro tercio.

El punto radiante de la lluvia de San Lorenzo es la estrella «Algol,» de la constelación de Perseo, y el punto radiante de la lluvia de Noviembre es la estrella «Gama,» de la constelación del León.

Para determinar los puntos radiantes, se divide el hemisferio celeste en cuatro partes iguales, cada una de las que se ofrece á la observación atenta de un ayudante.

Cada vez que aparece una estrella, un observador avisa la hora que marca el cronómetro, y el ayudante marca en la carta celeste, convenientemente orientada, el punto de aparición y de extinción de la estrella, puntos que se unen por medio de una línea recta. El punto en que se cortan todas las trayectorias, es el punto radiante.

Algunos astrónomos consideran también otras dos apariciones periódicas de estrellas fugaces: la de las *oriónidas*, en Octubre, y la de las *geminidas*, en Diciembre.

Muchas teorías han sido emitidas acerca del origen de estas lluvias; ha habido quien crea que tales cuerpos son de procedencia terrestre, pero la teoría más aceptada es la siguiente: Existe entre las órbitas de los planetas Marte y Júpiter, un anillo formado por miríadas de pequeños cuerpos que circulan, lo mismo que todos los individuos de la familia planetaria, alrededor del Sol.

La Tierra, en su camino de revolución alrededor del centro de nuestro sistema, pasa en los meses de Agosto y Noviembre muy cerca de las órbitas de esos pequeños cuerpos, los cuales, al rozar con las capas superiores de nuestra atmósfera, adquieren el brillo que nos permite verlos.

Se ha calculado que esas masas de materia cósmica, caminan con una velocidad comprendida entre 70 y 175 ki-

lómetros por segundo, explicando tan enorme velocidad el fenómeno de su repentina inflamación, tanto más cuanto que en la composición de esas masas entran ciertos compuestos inflamables, como lo son algunos sulfuros, lo que se ha podido estudiar en los fragmentos que caen algunas veces en nuestro planeta, y que designamos con el nombre de aerolitos.

Cuando las estrellas fugaces adquieren gran brillo, y atraviesan las capas elevadas de la atmósfera en forma de globos de fuego que producen las más veces fuertes detonaciones, el meteoro toma el nombre de «bólide.»

En la mañana del 19 de Octubre de 1863, el Dr. Schmidt, de Atenas, observó un bólide que le llamó poderosamente la atención.

Era doble, caminaba con enorme velocidad, é iba precedido y seguido de meteoros más pequeños que avanzaban paralelamente.

La aparición de los bólidos y aerolitos está íntimamente ligada á la época de las lluvias periódicas de estrellas fugaces.

Circunstancia notabilísima y digna de llamar la atención del amante de las ciencias, es que los elementos constitutivos de los aerolitos son, con excepción de uno, conocidos en nuestro planeta, y entre ellos mencionaré los metales Hierro, Níquel, Cobalto, Manganeso, Estaño, Cobre y Aluminio; los óxidos metálicos Potasa y Sosa; los metaloides Oxígeno, Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Carbono y Silicio; y por último, algunos sulfuros de fierro.

La periodicidad en la aparición de las estrellas errantes ha hecho suponer que provienen, ya de otra Luna que haya tenido la Tierra al principio de su existencia y más tarde deshecha, sea de cometas cuyas órbitas cortamos.

Valgan lo que valieren tales hipótesis, lo cierto es que las estrellas errantes no sólo atraviesan nuestra atmósfera, sino que también llegan á la Tierra, bombardeándola sin cesar. Sus fragmentos son los *aerolitos* ó *piedras caídas del cielo*. A pesar de los testimonios numerosos de los historiadores y cronistas, á pesar de la opinión del vulgo, los sabios permanecieron mucho tiempo sin creer en las caídas de piedras.

El gran Lavoisier, hablando de una piedra caída del cielo en 1776 en Lucé (Maine), declaró que era un trozo de roca procedente de un barreno, y que aquellos sencillos habitantes habían sido juguete de una ilusión al figurarse que presenciaron su caída.

El Instituto de Francia no aceptó el hecho hasta 1803, convencido por la evidencia. El 26 de Abril de ese año, cayó una lluvia de piedras en pleno día cerca de Laigle (Orne), y el sabio Biot fué enviado por la Academia de Ciencias de París para dar cuenta del fenómeno; el célebre físico vió que en un terreno de dos leguas de largo por una de ancho, habían caído más de dos mil piedras, la mayor de las cuales pesaba 17 libras. No era posible seguir dudando.

A partir de esa época, se admitió generalmente que en la superficie de la tierra pueden caer piedras y masas de hierro extrañas á nuestro planeta. A esos cuerpos se les llamó *aerolitos* ó *meteoritos*. E. Stanislas Meunier ha recogido varias observaciones muy curiosas de caídas de piedras.

Las circunstancias que acompañan la caída de las piedras son, dice ese profesor, uniformes en grado notable. Siempre aparece un globo de fuego que atraviesa rápidamente la atmósfera, estalla con gran ruido, y deja caer sobre el suelo un número más ó menos considerable de fragmentos sólidos (1).

El globo de fuego cuya aparición constituye la primera faz del fenómeno, se llama *bólido*.

En ciertos casos ese meteoro no se ve; pero debemos suponer que algo nos ha ocultado su presencia, sea una capa de nubes, sea el brillo deslumbrador del Sol. En condiciones favorables, es decir, en las noches despejadas, el brillo de los globos de fuego es á menudo notable, y llega á obscurecer la luz de la Luna llena. El color de los bólidos varía mucho, siendo ya blanco, ya de tintes diversos. Su tamaño aparente, muy desigual para cada bólido, es á veces superior al de la Luna, y su elevación, en ocasiones medida,

(1) Desde hace algunos años y por disposición de la Secretaría de Fomento, se están recogiendo por la Comisión Geológica y Geográfica exploradora, los monolitos que se encuentran en algunos puntos de la República.

Hasta hoy solamente se han recogido cinco, los cuales después de haber sido pesados y analizados por el Instituto Geológico, se han colocado en el pórtico de la Escuela Nacional de Minería, sobre unos sólidos pedestales de hierro.

Cada monolito tiene un letrero que indica el lugar donde fué encontrado, su peso y el nombre del que lo descubrió; de los que se saben:

Primer monolito.—“Holosiderita.”—Chupaderos, Distrito de Jiménez, Chihuahua.—Peso 6.767 kilos.—Descubierto en 1581 por el Capitán Antonio de Espejo.—Instituto Geológico de México.—1893.

Segundo monolito.—“Holosiderita.”—Zacatecas.—Peso 780 kilos. Descubierto en 1793.—Instituto Geológico de México.

Tercer monolito.—“Holosiderita.”—Hacienda de la Concepción, Distrito de Allende, Chihuahua.—Peso 3.323 kilos.—Instituto Geológico de México.—1893.

Cuarto monolito.—“Holosiderita.”—Chupaderos, Distrito de Jiménez.—Chihuahua.—Peso 14.114 kilos.—Descubierto en 1581 por el Capitán Antonio de Espejo.—Instituto Geológico de México.—1893.

Quinto monolito.—“Holosiderita.”—Hacienda de San Gregorio.—Distrito de Allende, Chihuahua.—Peso 10.100 kilos.—Descubierto en 1600.—Instituto Geológico de México.—1893.”

es comparable á lo que se atribuye á la capa atmosférica.

Los bólidos siguen una trayectoria muy inclinada y á menudo sensiblemente horizontal, con una velocidad imposible de relacionar con las que observamos sobre la Tierra. Los 30 á 40 kilómetros que recorren por segundo, basta para demostrar que pertenecen á la gran familia de los cuerpos planetarios. Se sabe que Marte recorre 24 kilómetros por segundo y Mercurio 48.

En su rápida marcha, los bólidos dejan detrás de sí una estela vaporosa que á menudo persiste en la atmósfera durante un tiempo considerable.

Después de haber recorrido una trayectoria más ó menos extensa, el globo estalla, viéndosele de repente dividirse en mil pedazos que se precipitan en diversas direcciones. A menudo transcurren, por causa de la altura del bólido, varios minutos antes de que el ruido llegue hasta los espectadores; entonces se le oye formidable, en una extensión del territorio.

La caída de Laigle fué precedida de explosiones que se oyeron en un radio de 120 kilómetros, y la de Orgueil, en el departamento francés de Tarn-et-Garonne (14 de Mayo de 1864), alcanzó á más de 360 kilómetros. Por lo demás, la explosión casi nunca es simple; á menudo se oyen dos ó tres, que los ecos prolongan con mayor ó menor fuerza durante un tiempo variable.

Después de todo ese aparato de fenómenos luminosos y sonoros es cuando unos silbidos particulares anuncian la caída de los meteoritos. Los chinos, que conocen esos silbidos desde tiempo inmemorial, los comparan á los zumbidos de las alas de los patos salvajes, y también á los de un trozo de tela que se desgarrá; el ruido de un obús que atraviesa el aire es también muy análogo, cuando se le oye desde lejos.

En el momento de su caída, los meteoritos están muy calientes por la parte exterior; pero por el contrario, el centro de la piedra se halla en extremo frío. El número de aerolitos que caen de una sola vez, va desde una sola piedra á muchos millares de esos objetos. Se calcula que el 30 de Enero de 1868, cayeron en Pulstuck (Polonia) más de cien mil piedras.

Cada meteorito se encuentra envuelto en una cáscara lisa que oculta la piedra rugosa. Esa corteza se pulimenta por el roce con el aire, á la manera que lo efectúan las rocas por el roce de las aguas (Stanislas Meunier). Así es fácil saber si un aerolito está entero ó si sólo constituye un pedazo de otra piedra mayor; en esta última hipótesis la fractura del meteorito no parece gastada ni pulimentada; por el contrario, en la primera, el objeto presenta una superficie lustrosa característica.

La caída de meteoritos produce impresión profunda en el espíritu de los espectadores. Los animales aparecen visiblemente afectados, aun antes de que se oiga la explosión. Los perros se ponen á temblar y revelan gran inquietud; las aves huyen como si algún enemigo las persiguiera; en cuanto al hombre, experimenta una impresión brusca, acompañada de escalofríos persistentes y de ruidos en los órganos de la audición, según se observó en el empleado de caminos de hierro, Carré, cuando cayó el bólido de 30 de Mayo de 1866 en Saint-Mesmin (Francia).

Hay que reconocer que los temores producidos por ese fenómeno grandioso están justificados, pues las piedras caídas del cielo han ocasionado graves accidentes.

El año 616 de nuestra era, un aerolito rompió en China un carro y mató diez hombres; una piedra de 8 libras dió muerte á dos hombres al caer sobre un navío á fines

del siglo XVII, y en la misma época otra muy pequeña puso fin á la vida de un fraile franciscano en Milán.

En América han perecido ganados enteros, aplastados por lluvias de piedras (1837, Macao, Brasil).

11. DISTANCIA DEL SOL Á LA TIERRA.—Ya dijimos que la Tierra se encuentra del Sol á una distancia de 148.000,000 de kilómetros; pero como la simple enunciación de esta cantidad no nos da una idea de semejante distancia, pondremos algunos ejemplos que nos ayudarán á concebir esa dimensión:

Una bala de cañón que saliera disparada de la Tierra y que conservara una velocidad constante de 500 metros por segundo, tardaría en llegar al Sol *nueve años ocho meses*.

Un tren expreso que caminara desde la Tierra hasta el Sol sobre una vía imaginaria y que conservara una velocidad uniforme de 50 kilómetros por hora, sin detenerse un instante, llegaría al Sol al cabo de *trescientos treinta y siete años*.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

La constitución de los cometas.—Demostrar que los cuerpos se calientan por el frotamiento.—Naturaleza de los meteoritos.—Hacer que los alumnos visiten el pórtico del Colegio de Ingenieros.

CAPÍTULO IV.

NOCIONES SOBRE LA MEDIDA DEL TIEMPO.—AÑO TRÓPICO.—
CALENDARIO.—DESIGUALDAD DE LOS DÍAS Y DE LAS NO-
CHES.—ESTACIONES.—PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS.

12. LA MEDIDA DEL TIEMPO.—Desde las épocas más remotas los hombres se preocuparon por encontrar una base segura ó invariable para la medida del tiempo, y comenzaron á fijarse únicamente en la sucesión periódica de los fenómenos naturales y contaban el día desde un medio día al siguiente. Se asegura que los egipcios fueron los primeros en dividir el día en 24 horas.

Los griegos y los romanos dividieron en 12 horas el tiempo transcurrido entre la salida y la puesta del Sol; pero como estos fenómenos no se verifican constantemente á las mismas horas, éstas resultaban desiguales en las distintas estaciones del año.

El primer procedimiento artificial que se empleó para subdividir el tiempo fué el de la *Clepsidra*, aparato que dejaba escurrir cierta cantidad de agua ó de arena en determinado tiempo. El año 1000 comenzaron á usarse los relojes de contrapeso y el primer reloj de torre construido según ese sistema se colocó en la torre del Palacio Público de Padua, Italia, á mediados del siglo XIV, año de 1344. En 1370 se construyéron relojes que daban las horas, y hasta fines del siglo XV fué cuando empezaron á construirse relojes de bolsa.

La división del tiempo tiene gran relación con la Astronomía, pues obedece en gran parte á diversas posiciones de la Tierra respecto al Sol.

13. AÑO TRÓPICO.—El *año trópico* consta de 365 días solares medios, ó casi 365 días y un cuarto de día. Se llama día al período de 24 horas que emplea la Tierra en efectuar su movimiento de rotación ó sea una vuelta sobre su eje. El día se divide en *sideral*, *astronómico*, *artificial* y *civil*. El primero es el tiempo que emplea una estrella para volver á pasar por el meridiano; el segundo el tiempo que media entre dos pasos del Sol por el mismo meridiano; el tercero el tiempo que transcurre de la salida á la puesta del Sol, y que varía según la estación del año, y el cuarto que se cuenta de la media noche de un día á la media noche del día siguiente.

La hora es la vigésimacuarta parte del día; cada hora se divide en 60 minutos y cada minuto en sesenta segundos.

Cada período de 7 días de domingo á sábado se llama *semana*.

El mes se funda en la revolución de la Luna alrededor del Sol, aun cuando no se ajusta exactamente con esa relación.

Hay 7 meses de 31 días: Enero, Marzo, Mayo, Julio, Agosto, Octubre y Diciembre; 4 de 30 días: Abril, Junio, Septiembre y Noviembre, y uno de 28, Febrero, el cual tiene 29 cada cuatro años.

El año de los antiguos egipcios era de 366 días, doce meses de 30 días, más cinco días complementarios. Resultaba de aquí un error que al irse acumulando traía por consecuencia un cambio de relación entre las estaciones y la denominación de los días.

14. CALENDARIO.—Con el nombre de Calendario se distinguió un catálogo de los días del año, dispuestos por orden sucesivo y agrupados por semanas y meses, con expresión de los fenómenos astronómicos más notables que en ca-

da año deban verificarse, como el paso del Sol frente á cada uno de los signos del Zodiaco, los eclipses de Sol y de Luna, la hora de salida y puesta diaria de estos dos astros, el paso de Mercurio ó de Venus por el disco del Sol, etc.

El año egipcio constaba de 365 días; pero en tiempo de Julio César se dispuso que cada cuatro años hubiera un *bisiesto*, ó de 366 días.

Con objeto de encontrar las fiestas movibles en un año cualquiera, se emplean varios cálculos comprendidos con el nombre de *cómputo eclesiástico*, y cuyos elementos son el *áureo número*, la *epacta*, el *ciclo solar* y la *letra dominical*.

El *ciclo solar* es el período de 28 años, después de los cuales vuelve el año á empezar por los mismos días.

El *áureo número* es el primer año de un *ciclo lunar* ó sea período de 19 años, pasados los cuales vienen á coincidir los plenilunios y los novilunios con los mismos días, excepto una diferencia de 1 hora y 28 minutos.

La edad de la Luna el 1º de Enero de cada año, ó sean los días transcurridos desde el último novilunio, se llama *epacta*.

Los siete días de la semana se representan con las siete primeras letras del alfabeto, nada más que la A corresponde siempre al 1º de Enero, la B al 2 de Enero, la C al 3 de Enero, etc., cualquiera que sea el día en que caigan, y se llama *letra dominical* á la que indica los domingos del año.

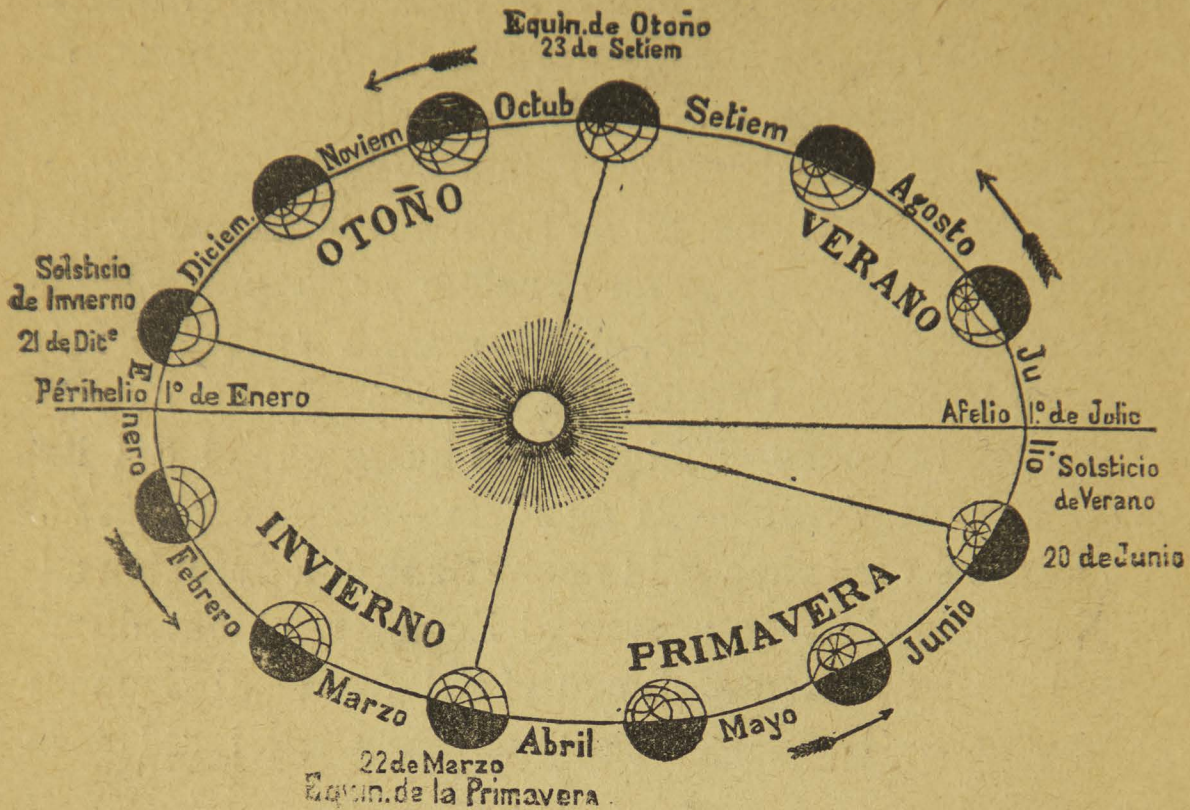
15. DESIGUALDAD DE LOS DÍAS Y DE LAS NOCHES.—Recordaremos que el globo terrestre ó planeta que habitamos está dividido en cinco zonas: la *tórrida* comprendida entre dos círculos paralelos al Ecuador y distantes de este gran círculo 23º y medio, próximamente. El paralelo que está al Norte del Ecuador se llama trópico de Cáncer, y el paralelo que está al Sur se llama trópico de Capricornio; las zonas templadas comprendidas entre los trópicos y unos círculos

llamados *polares* y que distan 23° y medio de los polos; dos zonas frías comprendidas entre los polos y los círculos polares.

Pues bien, cuando el Sol describe la línea del Ecuador, entonces el día tiene la misma duración que la noche, de donde viene la palabra *equinoccio*. Los días y las noches son iguales en el equinoccio de Primavera, 21 de Marzo, y en el equinoccio de Otoño, 23 de Septiembre. A partir del 21 de Marzo el Sol describe un paralelo cuya parte superior es mayor que la inferior; el día resulta entonces más grande que la noche. Continúa la duración del día aumentando y la de la noche disminuyendo hasta que el Sol llega al solsticio de Verano—21 de Junio—entonces el día tiene una duración máxima y la noche tiene una duración mínima. Entonces el Sol se acerca al Ecuador, el día disminuye y la noche aumenta. Llega el Sol frente al Ecuador—equinoccio de Otoño—y vuelve el día á ser igual á la noche.

Después pasa el Sol al otro hemisferio y describe un paralelo cuya parte superior es menor que la inferior, y entonces el día resulta menor que las noches. Los días continúan disminuyendo, hasta que el 21 de Diciembre—solsticio de Invierno—se verifica el día de menor duración y la noche de mayor duración. Se da el nombre de *estaciones* á los cuatro períodos de tres meses en que se ha dividido el año, y que están caracterizados no solamente porque el Sol recorre en apariencia la cuarta parte de la eclíptica, sino por los cambios marcadísimos que sufren los elementos meteorológicos y la vida vegetal. Las estaciones son *Primavera*, *Verano*, *Otoño* é *Invierno*. La Primavera comienza el 21 de Marzo y acaba el 21 de Junio, el Verano comienza el 22 de Junio y termina el 22 de Septiembre, el Otoño comienza el 23 de Septiembre y termina el 21 de Diciembre, y el In-

vierno comienza el 22 de Diciembre y termina el 20 de Marzo.

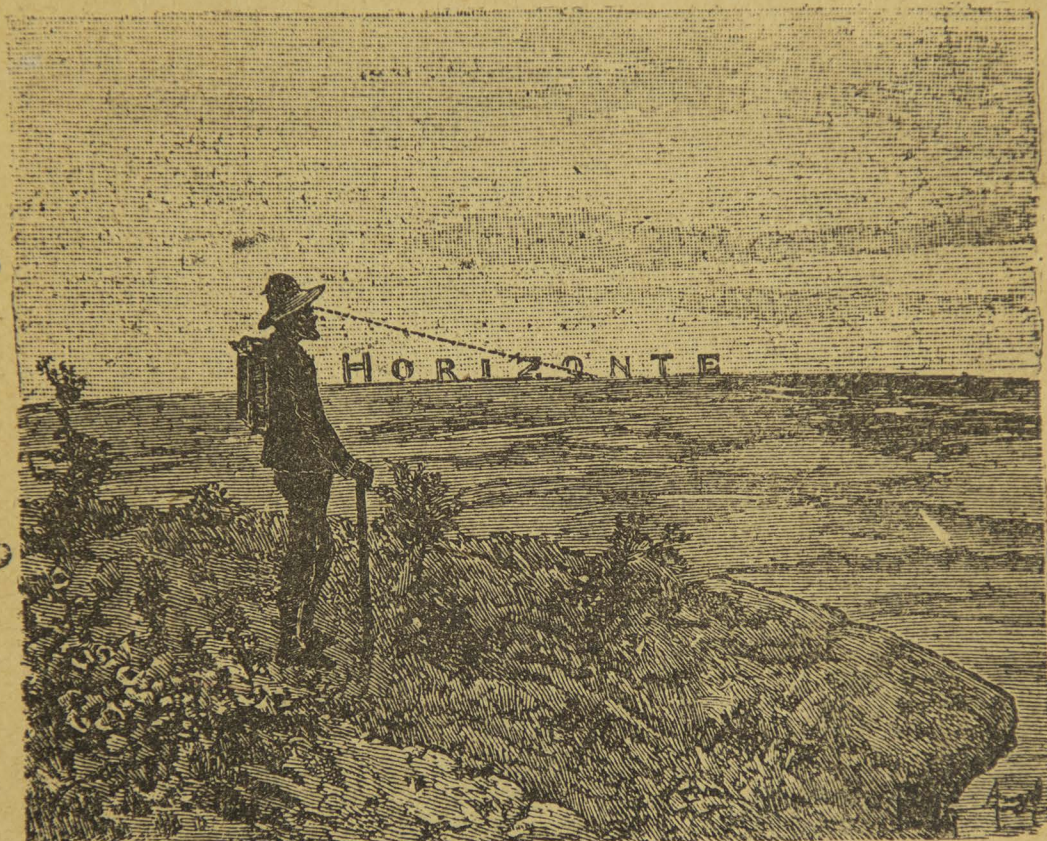


11. Teoría de las estaciones.

16. ESTACIONES.—¿Cuál es la causa de las estaciones? La oblicuidad del eje terrestre sobre el plano de la eclíptica, inclinación que es de $23^{\circ} 28'$ próximamente. Hay que hacer notar que no se verifican las mismas estaciones al mismo tiempo en los dos hemisferios. El 21 de Marzo, cuando los rayos solares caen perpendiculares sobre el Ecuador, hay Primavera en el hemisferio Norte y Otoño en el hemisferio Sur; en cambio, el 22 de Septiembre hay Primavera en el hemisferio Sur y Otoño en el hemisferio Norte. El 21 de Junio todo el círculo polar del Norte se halla en la parte iluminada y el círculo polar del Sur está completamente en la sombra. Ese día se llega en el Polo Norte á la mitad

del día de 6 meses, y en el polo Sur á la mitad de la noche de 6 meses.

El 21 de Diciembre, el círculo polar del Sur está completamente en la parte iluminada y el círculo polar del Norte

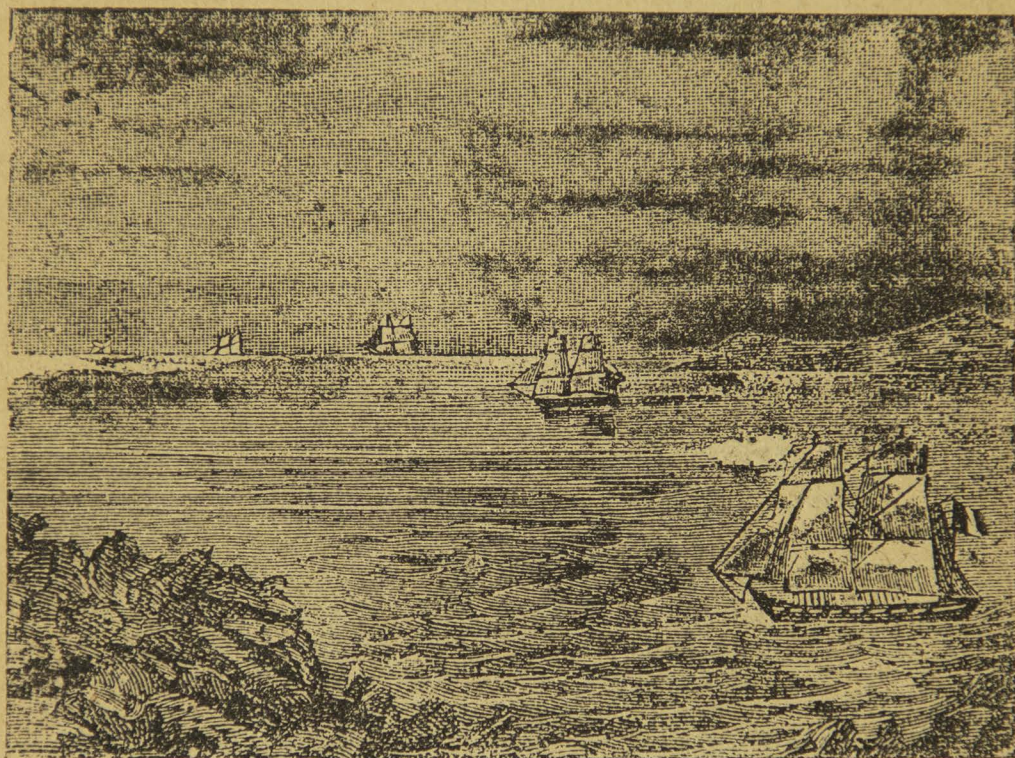


12. El horizonte.

en la obscuridad más completa. Aquí comienza la segunda mitad de la noche de 6 meses y allá empieza la segunda mitad del día de 6 meses.

17. PRECESIÓN DE LOS EQUINOCCIOS.—El año *sideral* es el tiempo que emplea el Sol, partiendo de cierta estrella, para volver á la misma estrella; este tiempo es de 365 días y una fracción de $\frac{1}{2564}$ de día, y el año *trópico*, como ya hemos dicho, es el tiempo que emplea el Sol partiendo del equi-

noccio de Primavera para volver al mismo equinoccio. Si el punto equinoccial estuviese fijo en la esfera celeste como las estrellas, claro es que el año trópico sería igual al año sideral; pero como la Tierra está aplanada en los polos y ensanchada en el Ecuador, la atracción del Sol no se verifica de una manera uniforme en toda la masa de la Tierra, de lo que resulta que el Sol vuelve al equinoccio antes de ha-



13. Prueba de la redondez de la Tierra.

ber completado su revolución sideral; este fenómeno se conoce con el nombre de *precesión de los equinoccios* y tiene por causa el ensanchamiento de la Tierra en el Ecuador.

El año sideral es mayor que el trópico $20^m 19^s 9$, así es que la duración del año trópico es de 365 días y $\frac{1}{24} \frac{1}{2}$ de día.

Se llama horizonte (fig. 12) al límite que parece existir entre el cielo y la Tierra, y que podemos observar siempre

que dirigimos la vista en torno nuestro, especialmente en una llanura extensa ó cuando nos encontramos en una torre ó en una meseta elevada.

Una de las pruebas más antiguas que tenemos de la redondez de la Tierra, es que cuando un buque va alejándose del puerto, primero desaparece la parte inferior (fig. 13) y la parte más alta del palo mayor es lo último que desaparece.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

Nociones geográficas sobre las diversas zonas.—Diversidad de los productos de la Tierra.—Animales y vegetales de las zonas templadas y de las frías y de la zona tórrida.—Relación de viajes á las distintas zonas.—Cambios de temperatura en las diversas estaciones.—Observatorios Meteorológicos.

CAPÍTULO V.

LA LUNA.—SUS FASES.—REVOLUCIÓN SIDERAL.—DISTANCIA DE LA LUNA Á LA TIERRA.

18. LA LUNA.—La Luna, el satélite de la Tierra que baña nuestros campos y ciudades con su tibia luz, es un planeta secundario que se halla de nosotros á una distancia de 384,000 kilómetros; describe una órbita elíptica, uno de cuyos focos ocupa la Tierra.

Dada la distancia relativamente corta á que se encuentra la Luna de la Tierra, es fácil percibir hasta los menores detalles de su superficie valiéndose de los poderosos telescopios modernos.

La Luna es 49 veces más pequeña que la Tierra. Si su-

ponemos un montón de trigo que tenga 50 granos, un grano representa la Luna y los restantes representan la Tierra.

La Luna da una vuelta alrededor de la Tierra en 29 días y medio, período de tiempo llamado *mes lunar*, y la velocidad de su carrera es poco más ó menos de 1 kilómetro por segundo.

La Luna pesa 80 veces menos que la Tierra, es decir, que se necesitarían 80 Lunas para igualar el peso de la Tierra.

La Luna carece de luz propia, y si la vemos es porque refleja hacia nosotros la luz que recibe del Sol.

Observando la Luna con un telescopio se nota un suelo erizado de montañas y picos y lleno de profundos barrancos sombríos. Los astrónomos han medido la altura de los volcanes de la Luna, encontrando algunos cuya altitud es superior á la de las montañas más altas de la Tierra.

Existen preciosas cartas fotográficas de la Luna, en las que están indicadas las montañas á las que el astrónomo Riccioli ha dado nombres. Algunas de las más notables son:

El monte Dolfel	7,603 metros.
„ „ Newton	7,264 „
„ „ Casatus	6,767 „
„ „ Curtius	6,769 „
„ „ Calippus	6,216 „
„ „ Tycho	6,151 „
„ „ Huyghens	5,150 „

La superficie de la Luna nos es conocida mejor que la de la Tierra, pero no conocemos más que la mitad del globo lunar, debido á que como la Luna tarda el mismo tiempo exactamente en dar una vuelta alrededor de la Tierra

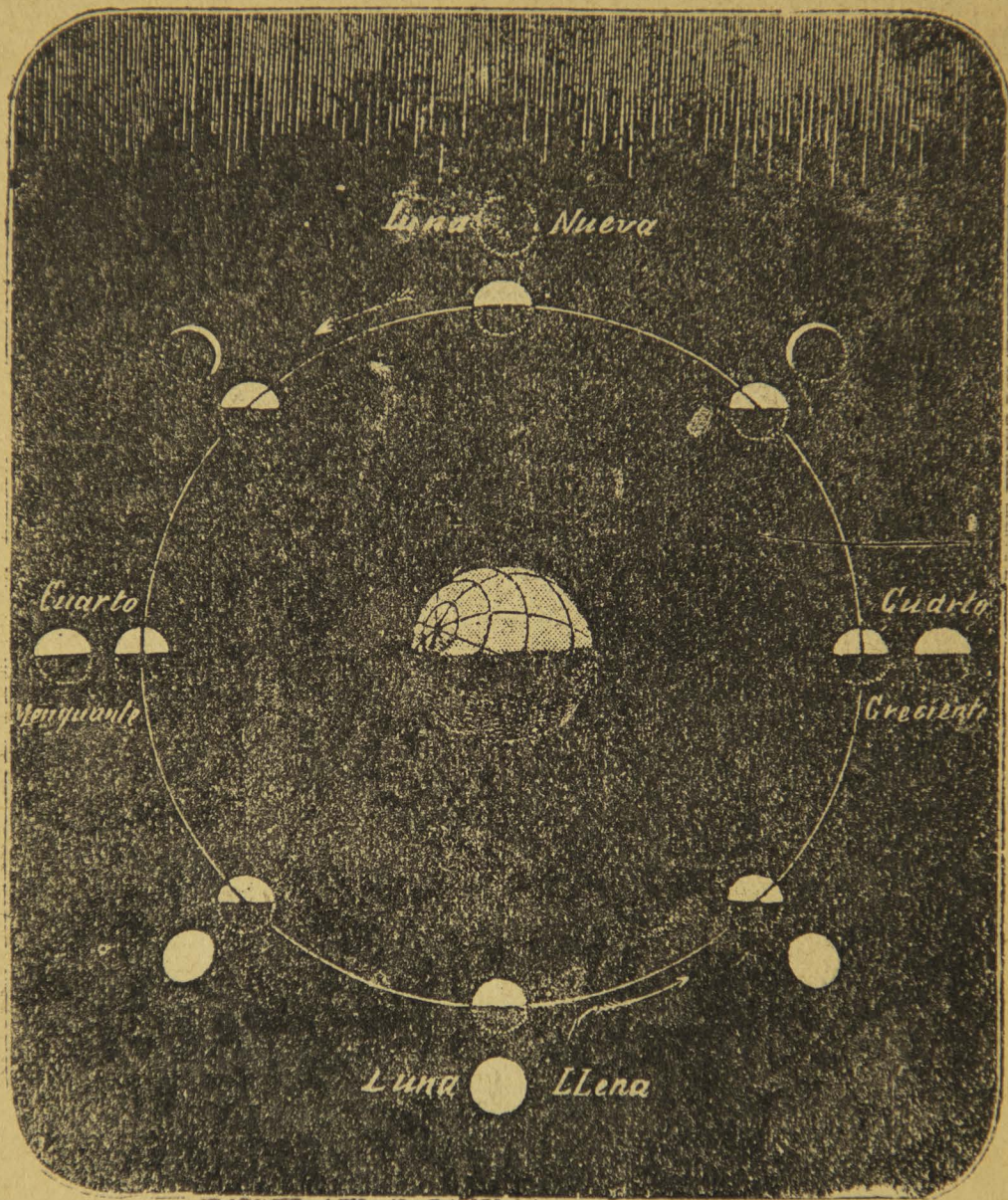
que en dar una vuelta sobre su propio eje, siempre dirige hacia la Tierra el mismo hemisferio.



14. Un paisaje lunar.

La Luna carece de agua y de atmósfera, así es que no puede tener habitantes, á lo menos organizados como los de nuestro planeta.

19. FASES DE LA LUNA.—La Luna nos presenta cada mes distintos aspectos que se llaman *fases*, las cuales se pueden representar en la cátedra, valiéndose de una esfera pinta-



15. Fases de la Luna.

da de blanco y de una lámpara de petróleo con un globo de cristal apagado.

Cuando la Luna está colocada entre el Sol y la Tierra, no la podemos ver, debido á que en esa posición dirige ha-

cia nosotros su cara obscurecida. Entonces se dice que la Luna está en *conjunción*. A los 3 días y medio, próximamente, vemos iluminada una octava parte de la superficie de la Luna, y á esa fase se le llama *primer octante*. Tres y medio días después aparece iluminada la cuarta parte de la superficie de la Luna ó sea la mitad del disco, entonces la Luna está en *cuadratura* y la fase se llama *primer cuarto*. Pasan otros 3 días y medio y entonces se presentan iluminadas 3 octavas partes de la superficie total de la Luna; esta fase se llama *segundo octante* y al cabo de otros 3 días y medio la Luna está opuesta al Sol y entonces se verifica la *Luna llena*. En esta fase la Luna está en *oposición*. Tanto la conjunción como la oposición se conocen con el nombre de *zizigias*. Desde la Luna nueva hasta la Luna llena, la parte iluminada ha ido creciendo, por esto se dice que la Luna está en *creciente*.

Los antiguos decían:

Cuernos á Oriente
Luna en creciente.

Una vez que se verifica la *Luna llena*, la parte iluminada comienza á decrecer, presentándose á iguales intervalos las fases llamadas *tercer octante*, *segundo cuarto* ó *cuarto menguante*, y *último octante*. La lunación completa tiene un período de 29 días y medio.

Algunas veces podemos observar todo el disco completo de la Luna, aun cuando no sea la fase de *Luna llena*. La débil luz que nos hace ver la parte no iluminada por el Sol se conoce con el nombre de *luz cenicienta* y se cree que es producida por un reflejo de la luz de la Tierra.

En nuestra Geografía correspondiente al 2º semestre del

1^{er.} año de Instrucción Primaria Superior, vemos la influencia que ejerce la Luna en el fenómeno de las mareas.

En realidad la Luna verifica su revolución en torno de la Tierra en veintisiete días, siete horas, cuarenta y tres minutos y once segundos, y á esta revolución es á lo que se llama *revolución sideral*, porque en ella traza la Luna un arco de 360° ; pero como en este tiempo la Tierra ha avanzado unos $2^\circ 6'$ en su órbita, la Luna necesita caminar un poco más para colocarse de nuevo en línea recta con el Sol y la Tierra, y emplea en esto poco más de dos días, así es que su revolución completa ó *sinódica*, la verifica en veintinueve días y medio.

20. DISTANCIA DE LA LUNA Á LA TIERRA.— Los antiguos conocían con alguna aproximación la distancia que hay de la Luna á la Tierra. Para determinar esa distancia, basta observar la Luna simultáneamente desde dos puntos terrestres muy alejados entre sí y determinar la posición en que aparece el astro con respecto á los dos observadores.

De esta manera se construye un triángulo ideal cuya base es la distancia que hay de un punto de observación al otro punto de observación (Nueva York y Río Janeiro, por ejemplo), y cuyos otros lados son las visuales dirigidas por los dos observadores. Por medio de un sencillo cálculo trigonométrico se determina, conociendo los elementos del triángulo, la distancia que de nuestro satélite nos separa, y que es de 384,000 kilómetros.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

La densidad de la Luna.—Intensidad de la gravedad en la Luna.—La Luna carece de atmósfera.—Experimentos de refracción.—El sonido no se propaga en el vacío.

CAPÍTULO VI.

ECLIPSES DE SOL Y DE LUNA.

21. ECLIPSES DE LUNA.—Se da el nombre de eclipse á la interposición de un astro entre otro y la Tierra.

Podemos decir que eclipse es la desaparición momentánea, total ó parcial, del Sol ó de la Luna.

El curioso fenómeno del eclipse causa, aun en las épocas modernas y en los países civilizados, profunda impresión; en la antigüedad y en la Edad Media producía verdadero espanto y profundo terror.

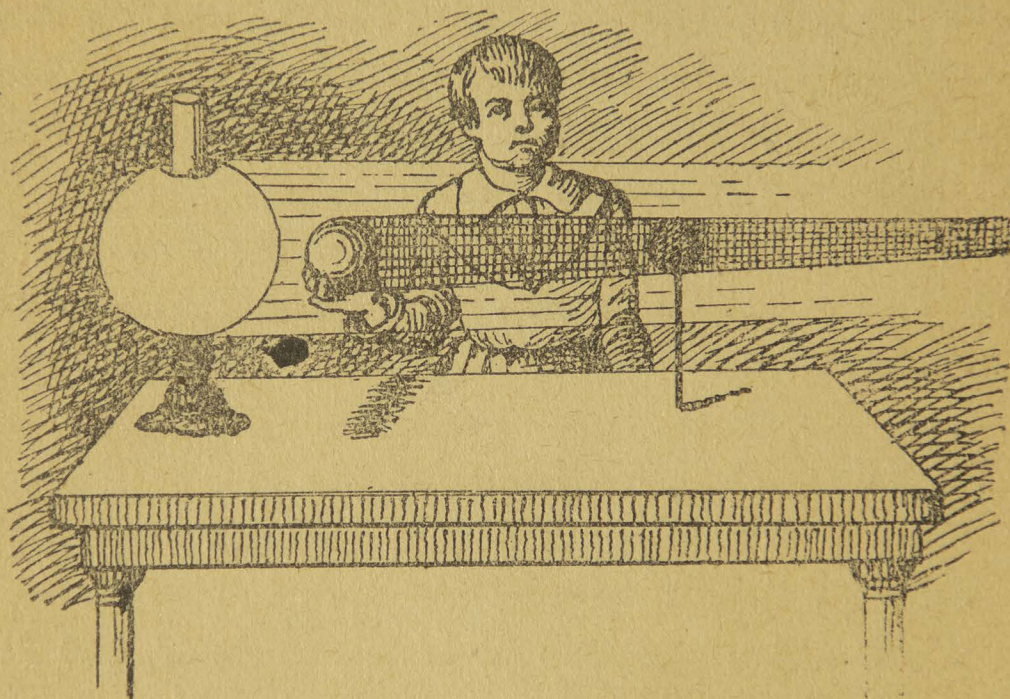
Todo cuerpo bien iluminado produce detrás de sí una sombra (1), la cual va generalmente acompañada de una zona menos oscura que la sombra y que se llama *penumbra*.

La Tierra vivamente iluminada por el Sol, proyecta en el espacio un cono de sombra, y si la luna llega á encontrarse total ó parcialmente en ese cono de sombra, es claro que se producirá un eclipse de Luna, es decir, que dejaremos de observar por algunos instantes todo ó parte del disco de nuestro satélite. En cambio si la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol, se verifica un eclipse de Sol más ó menos completo.

Para que un eclipse se verifique se necesita que el Sol, la Luna y la Tierra, se encuentren en el plano de la *eclíptica*, de donde viene el nombre de eclipse, y para que haya eclipse de Luna se requiere que nuestro satélite esté en el plenilunio.

1 Véase "Cien Experimentos de Optica" por Luis G. León.

Un eclipse de Luna sirvió al gran navegante y descubridor Cristobal Colón, para hacerse de víveres en Jamaica, pues amenazó á los naturales con privarlos de la luz de la Luna si no le daban provisiones para su gente. Tan pronto como comenzó el eclipse, los indígenas se postraron ante Colón creyéndole un sér sobrenatural y le proporcionaron todo lo que necesitaba. Ese eclipse se efectuó el 1º de Marzo de 1504 á las 6 de la tarde.



16. Experimento del eclipse de Luna.

El eclipse de Luna puede ser total ó parcial. Es total cuando la Luna penetra toda entera en el cono de sombra proyectado por la Tierra, y es parcial cuando nada más una parte de la Luna penetra en el cono de sombra. La luz del satélite va disminuyendo poco á poco y no de una manera repentina, porque la Luna tiene que pasar por la penumbra antes de entrar al cono de sombra.

22. ECLIPSES DE SOL.—El eclipse de Sol puede ser par-

cial, total ó anular. Es parcial cuando no coincidiendo los centros de los tres astros con el plano de la eclíptica solamente queda oculta parte del disco solar; es total cuando estando el Sol muy lejos de la Tierra y la Luna muy cerca, desaparece por completo la luz del astro rey; entonces la obscuridad es profunda, la bóveda celeste adquiere un tinte sombrío y las estrellas brillan en todo su esplendor.

El eclipse, por último, es anular, cuando el Sol se encuentra muy cerca de la Tierra y entonces su diámetro aparente es mayor, la Luna muy lejos de la Tierra y entonces el diámetro aparente de nuestro satélite es menor y cuando la Luna llega á colocarse exactamente entre el Sol y la Tierra, solamente oculta la zona central del Sol y queda alrededor un anillo ó corona circular luminosa.

Los eclipses de Luna son mucho más frecuentes que los de Sol, porque los eclipses de Luna son visibles al mismo tiempo para todos los habitantes de una mitad de la Tierra, mientras que los de Sol no se efectúan más que para una pequeña parte de la superficie de la Tierra.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

Sombra y Penumbra.—Explicación de los eclipses por medio de experimentos con dos esferas y una lámpara.—Relación de eclipses y la importancia de sus observaciones.—Efectuar ocultaciones de puntos marcados en las paredes, pasando delante de ellos una naranja ó una esfera de la caja de sólidos.

CAPÍTULO VII.

ELEMENTOS DE CARTOGRAFÍA.

23. CARTAS Y MAPAS.—La Cartografía es el arte que enseña á representar en una superficie plana las posiciones

respectivas de los diferentes lugares de la Tierra. Cuando está representado todo un hemisferio, la carta se llama *general*; cuando los dos hemisferios están representados, la carta se llama *mapa-mundi*, y cuando se representa un Estado, una provincia ó un cantón, se llama carta *particular*.

Las cartas se representan por medio de proyecciones que pueden ser *ortográficas* ó *estereográficas*. En la proyección ortográfica la esfera terrestre está representada por medio de un círculo cuyo diámetro vertical es el eje terrestre y cuyo diámetro horizontal es el Ecuador. Los paralelos vienen á quedar representados por cuerdas paralelas al diámetro horizontal, los meridianos por elipses cuyo eje mayor es el diámetro representativo del eje de la Tierra.

Las partes situadas hacia el medio del hemisferio se proyectan casi en su verdadero tamaño; pero las partes situadas cerca de la circunferencia se deforman y se reducen, por esto es por lo que se prefiere la proyección estereográfica. En ésta la Tierra está igualmente representada por un círculo, el eje de la Tierra por un diámetro vertical y el Ecuador por un diámetro horizontal. Los paralelos en lugar de estar representados por cuerdas paralelas al Ecuador lo están por arcos que vuelven su convexidad á la línea representativa del Ecuador, y los meridianos están representados por arcos de círculo que convergen á los dos polos.

En la proyección llamada *polar*, el hemisferio terrestre está representado por un círculo cuyo centro es la proyección del eje de la Tierra; los paralelos se hallan representados por circunferencias concéntricas á la exterior, que es la representativa del Ecuador, y los meridianos se indican con diámetros del círculo mayor.

Hay una proyección llamada de *Mercator*, en la cual se supone la Tierra como un cilindro desarrollado, quedan

do los paralelos representados con líneas horizontales y los meridianos con líneas verticales. En estas cartas, que también se llaman *marinas*, los meridianos son líneas rectas equidistantes y perpendiculares al Ecuador, y los paralelos son líneas paralelas al Ecuador y que se apartan más y más á medida que se aleja uno del Ecuador.

Haremos observar que en los mapas las cordilleras ó cadenas de montañas se representan con pequeños triángulos; los ríos y arroyos por una línea sinuosa más ó menos gruesa y ondulosa; los caminos de hierro, canales, caminos carreteros, líneas telegráficas, etc., por líneas de puntos de diferentes colores ó signos convencionales que van explicados á un lado de la carta.

Cada carta ó mapa lleva una *escala* ó línea dividida en partes iguales que representan la unidad de medida que se haya escogido. Puede igualmente medirse la extensión del país representado en el mapa, recordando que cada grado de meridiano equivale á 111 k 25.

EXPLICACIONES Y EXPERIMENTOS COMPLEMENTARIOS.

El sistema métrico.—Designar puntos sobre la esfera terrestre para que los niños determinen la latitud y la longitud.—Nociones sobre la constelación de mapas é indicar la importancia.—La brújula.—Levantamientos rápidos á rumbo y distancia.—Diversos métodos de proyección.

FIN.

INDICE.

Capítulos.	Páginas.
I. Aspecto general del cielo, movimiento diurno, ascensión recta y declinación. Constelaciones principales, sus estrellas más notables. Nebulosas.....	7
II. Ley de la Gravitación Universal. Nociones sobre los planetas principales. Leyes de Kleper.....	15
III. Cometas periódicos más notables, estrellas errantes, distancia del Sol á la Tierra.....	25
IV. Nociones sobre la medida del tiempo, año trópico, calendario, desigualdad de los días y de las noches, estaciones, precesión de los equinoccios.....	38
V. La Luna, sus fases, revolución sideral, distancia de la Luna á la Tierra.....	45
VI. Eclipses de Sol y de Luna.....	51
VII. Elementos de Cartografía.....	54

QB61 L4.3 1902



122718

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.*

OBRAS DEL PROFESOR LUIS G. LEÓN.

DE VENTA EN LA LIBRERÍA DE CH. BOURET.

PRIMERA SERIE.

INSTRUCCIÓN PRIMARIA ELEMENTAL.

Lecciones de Cosas, 1er. año.....	0 40	Aritmética, 1er. año.....	0 35
Lecciones de Cosas, 2º año.	0 40	Geografía Física, 2º año..	0 25
Lecciones de Cosas, 3er. año.....	0 40	Geometría, 1º y 2º año ..	0 40
Lecciones de Cosas, 4º año.	0 40	Moral, 3er. año.....	0 15
		Moral, 4º año.....	0 15
		Los Vertebrados.....	0 10

SEGUNDA SERIE.

INSTRUCCIÓN PRIMARIA SUPERIOR.

Física y Meteorología.....	0 80	Fisiología é Higiene.....	0 40
Química.....	0 40	Zoología.....	0 40
Cosmografía.....	0 40	Higiene y Medicina.....	0 35
Mineralogía y Botánica... ..	0 40	Geografía.....	0 40

TERCERA SERIE.

INSTRUCCIÓN NORMAL.

La Atmósfera.....	1 00	Agenda de Física y Química.....	0 25
Los Fenómenos del Aire.....	2 50	Agenda de Química Orgánica.....	0 25
Meteorología Popular.....	0 25	La clave del Appleton.....	0 30
Album de Nubes.....	1 50	El tercer lector, 2ª parte.....	0 40
Análisis de Sales.....	0 37		

LA CIENCIA POPULAR. REVISTA MENSUAL ILUSTRADA.

PRECIO DE SUSCRICION: 1 PESO AL AÑO.

Diríjense los pedidos al Prof. Luis G. León, Pte. de Peredo 11.

MEXICO, D. F.