

FLAMMARION

ASTRONOMIA POPULAR

Superior
7
cala



C. FLAMMARION

ASTRONOMIA

POPULAR

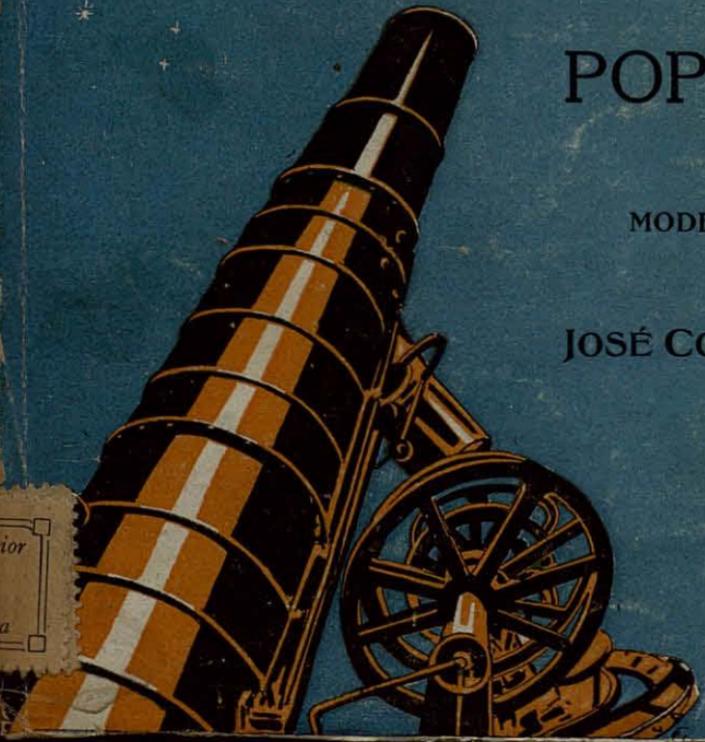
MODERNIZADA

POR

JOSÉ COMAS SOLÁ

TOMO I

J. V. V. V.



ASTRONOMÍA POPULAR

ESCOLA SUPERIOR D' AGRICULTURA
- BIBLIOTECA -

Armari F

Prestatge 4

Nombre 27

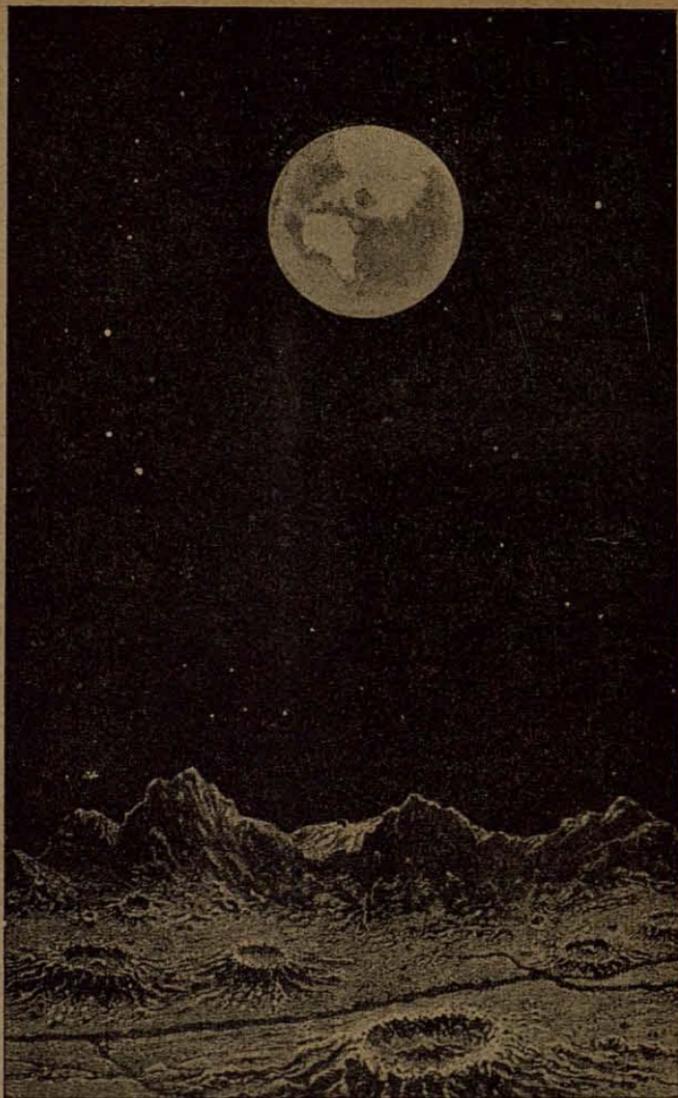


Fig. 56.—La Tierra aislada en el espacio tal como se vería desde la Luna

1400500376

BIBLIOTECA DE ENSEÑANZA POPULAR

GAMILO FLAMMARIÓN

ASTRONOMÍA POPULAR

MODERNIZADA

POR

JOSÉ COMAS SOLÁ

Director del Observatorio astronómico del Tibidabo (Barcelona)

Edición ilustrada con 109 grabados

—
TOMO I
—



F. GRANADA Y C.ª, EDITORES

344 — DIPUTACIÓN — 344

BARCELONA

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
INTRODUCCIÓN.	7
<i>Lección primera.</i> —La Tierra es redonda.	19
<i>Lección segunda.</i> —La Tierra está aislada en el espacio	33
<i>Lección tercera.</i> —La Tierra gira sobre sí misma.	47
<i>Lección cuarta.</i> —El día y la noche.	61
<i>Lección quinta.</i> —La Tierra gira alrededor del Sol.	81
<i>Lección sexta.</i> —Los climas y las estaciones	93
<i>Lección séptima.</i> —Círculos y zonas terrestres	107
<i>Lección octava.</i> —El Sol.	117
<i>Lección novena.</i> —La Luna; su movimiento y sus fases	135
<i>Lección décima.</i> —El mundo lunar.	155



INTRODUCCION

La ASTRONOMÍA es la *ciencia del universo*.

El *Universo* es el conjunto de todas las cosas: la Tierra y el cielo. Los astros—el Sol, la Luna, las estrellas—forman parte del Universo. Por consiguiente, no debemos vivir en medio de tan bellas y grandes cosas sin contemplarlas y procurar conocerlas, como el animal que paca la hierba de los campos sin preguntarse cómo germina, vegeta y florece. Nosotros tenemos una inteligencia hecha para reflexionar y comprender. No nos contentamos con *ver*: deseamos *saber*.—Vivimos en la Tierra. ¿Qué es la Tierra? ¿Cuál es su forma? ¿Dónde está colocada? ¿Qué es el CIELO? ¿A qué debemos el día y la noche? ¿De dónde proceden los diversos climas, las es-

taciones?—El hermoso Sol nos alegra con su luz y nos penetra con su calor. ¿Qué es el Sol? ¿Dónde está? ¿A qué distancia se halla de nosotros?—Y la Luna, que brilla en el cielo negro de la noche con resplandor tan dulce, ¿por qué cambia de aspecto cada noche? ¿Y las estrellas?... A todas esas preguntas que se le ocurren tan naturalmente á nuestro espíritu, responde la ciencia del universo: la **ASTRONOMÍA**.

La Astronomía es la más antigua de las ciencias; su origen se pierde en la noche de los tiempos. ¿Cuándo empezó? El día en que los hombres, después de haber contemplado las estrellas, procuraron reconocer los grupos que parecen formar en el cielo; el día en que después de haber visto al Sol, salir por la mañana y ponerse cada noche, procuraron darse cuenta de lo que veían. Ahora bien, lectores míos, no es una cosa de nuestros días el que los hombres se dediquen á contemplar el Cielo. Hace miles y miles de años que los pa-

triarcas de Asia, mientras guardaban sus rebaños en las extensas llanuras, observaban por la noche la disposición de las estrellas y les daban nombres. Los primeros observadores de que nos habla la historia eran indios, pastores á la vez que labradores, sacerdotes, poetas... y ya calculaban y observaban la marcha aparente de los astros en el Cielo, de la Luna y del Sol. Luego, algo más tarde, los *egipcios*, los *chinos*, los *persas*, los *caldeos*, los *fenicios*, los *griegos*, todos los pueblos civilizados, en fin, tuvieron *astrónomos*; es decir: hombres observadores de los astros y calculadores de su movimiento. Pero precisaban largos siglos para que á fuerza de observaciones, de razonamientos, de cálculos llegase á obtenerse una idea justa de la verdadera disposición del universo.

Los antiguos astrónomos, indios, caldeos, egipcios, habían cuidadosamente anotado y conservado sus observaciones y sus cálculos; los que vinieron luego se aprovecharon de ellos, añadiéndoles los suyos y co-

rrigieron los errores. En época ya más cercana á nosotros, una célebre sociedad de sabios, la *Escuela de Alejandria* (en Egipto), recogió cuanto pudo de los trabajos de los antiguos. Contó en su seno á dos astrónomos célebres: Hiparco y Ptolomeo, y tras ellos continuaron los mismos trabajos los astrónomos árabes. En fin, grandes sabios europeos resumieron, hace unos tres siglos, todos esos descubrimientos, hicieron otros, y aun más preciosos, y con sus cálculos y observaciones lograron cónocer la verdadera organización de nuestro mundo y del Universo entero. Deben pronunciarse con respeto los nombres de esos grandes genios: *Copérnico, Kepler y Galileo.*

Pero precisamente en esa época, prodújose un descubrimiento asombroso, extraordinario, que súbitamente causó en la ciencia de la Astronomía un gran cambio, un inmenso progreso. Hasta entonces sólo habían podido observarse los astros á simple vista, y he ahí que se inventa un ins-

trumento maravilloso: este instrumento hace ver los astros como si estuvieran centenares, miles de veces menos alejados. Con él, vense de pronto miles, millares de astros que los hombres jamás habían visto y cuya existencia ni siquiera sospecharon... Este instrumento—¿verdad que no hemos exagerado llamándole maravilloso?—es lo que se conoce con el nombre de *anteojo*.

Ya sabéis sin duda qué es un *anteojo de larga vista*: una combinación de cristales transparentes, hábilmente trabajados y ajustados en una especie de tubo. Y si habéis aproximado el ojo al extremo de dicho tubo, os habrá sorprendido ver los objetos alejados, *aumentados, ampliados, acercados* en apariencia.—Un árbol, por ejemplo, que á simple vista apenas distinguís en lontananza, con *este aparato* lo veis como si estuviera cerca, muy cerca de vosotros; distinguís las ramas, las hojas, etc. La ciencia, lectores míos, da perfecta cuenta de este efecto, cuya explicación detallada no podría daros en este momento. Ahora bien:

los *anteojos* de los astrónomos no son otra cosa que estos mismos aparatos, pero muy grandes, construídos con todas las perfecciones, y los cuales acercan y agrandan considerablemente á nuestra vista los astros que con ellos se observan.

Se llama *telescopio* un instrumento análogo en que se utiliza la reflexión de los rayos luminosos sobre un espejo cóncavo, en substitución de la gran lente (objetivo) que hay en la extremidad anterior de los anteojos.

¡Ah! Desde este invento, cuando se pudieron ver del tamaño de la Luna, astros que nuestra vista observaba como pequeños puntos brillantes ¡cuántas *observaciones* interesantes é importantes *descubrimientos* no pudieron hacerse! Desde entonces aprendióse á construir instrumentos cada vez más perfectos, cada vez más *potentes* y precisos. Construyéronse gran número de *observatorios*, edificios fabricados y dispuestos cómodamente para observar los astros. Todas las maravillas que han podido verse,

no puedo yo referíros las en dos palabras, pero procuraré daros una idea de ellas en esta obrita.

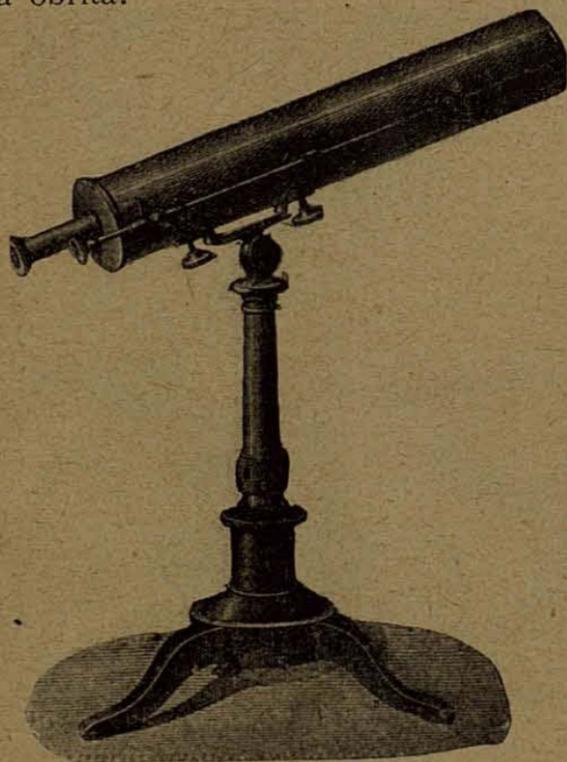


Fig. 1.—Anteojo de aumento

Los más grandes astrónomos, desde la invención de los anteojos, fueron *Newton* (pronúnciese *Neuton*), *Herschel* y *Laplace*.

Entre los antiguos, *Hiparco* era griego, *Ptolomeo*, egipcio; en época más reciente

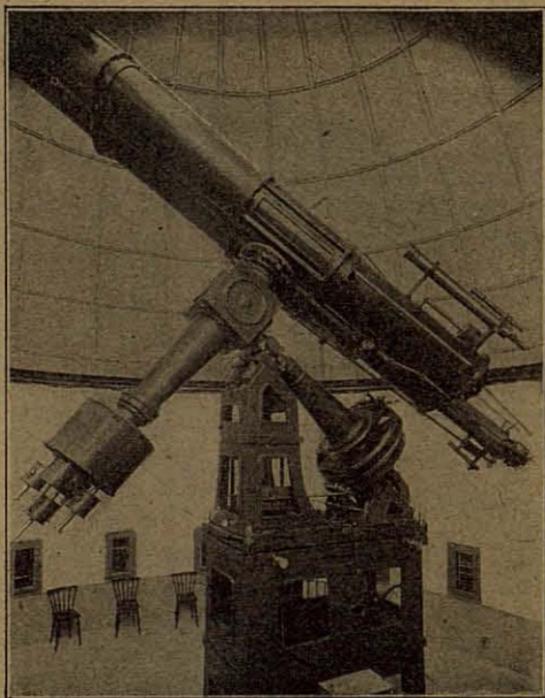


Fig. 2.—Gran telescopio *ecuatorial* del Observatorio Astronómico del Tibidabo (Barcelona)

vivieron *Copérnico*, el polaco; el italiano *Galileo*; *Kepler* era alemán; *Newton*, inglés; *Herschel* había nacido en Hannover,

y *Laϕlace* era francés; también hoy existen grandes sabios, observadores muy hábiles

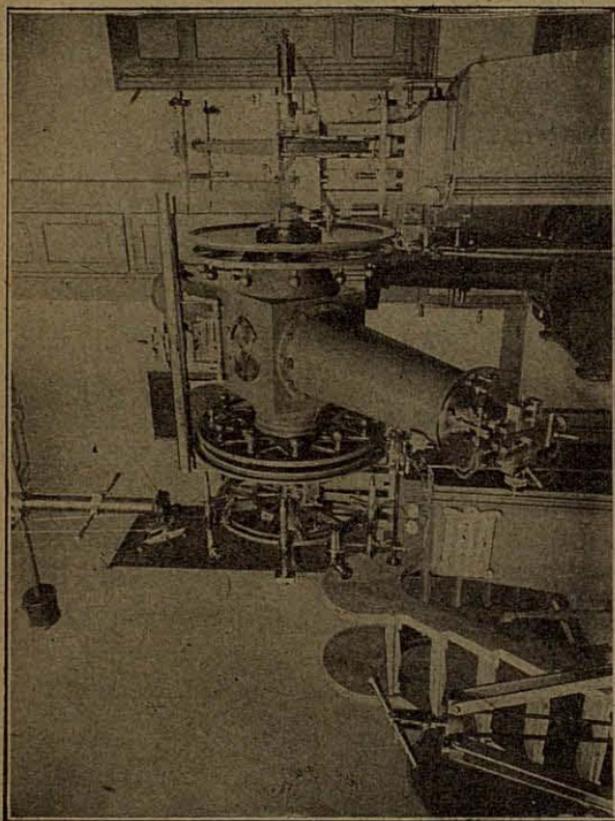


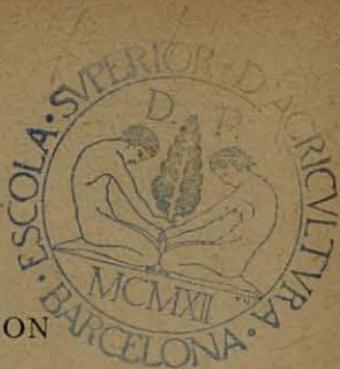
Fig. 3.—Gran meridiana del Observatorio Astronómico del Tibidabo (Barcelona)

en todas las naciones. Como veis, todos los pueblos civilizados han trabajado, por

así decir, en conjunto para formar esta hermosa ciencia. Acordaos de los nombres que acabamos de citar: son los nombres de hombres de genio que han prestado á la *humanidad* los más grandes servicios.

Porque la Astronomía no sólo es una muy hermosa ciencia, si que también una ciencia soberanamente *útil*. Sin ella, no sólo no conoceríamos el Cielo, sino que la misma Tierra nos sería en gran parte desconocida. Sin ella, *Cristóbal Colón* no hubiera descubierto á América; los viajeros no podrían atravesar los vastos Océanos, y todo lo que pueden suministrarnos los lejanos continentes, estaría perdido para nosotros. Sin la Astronomía no podríamos medir el tiempo; ella es la que fija el año, los trabajos de los campos, las fechas de la historia, el calendario, las fiestas... Sin ella, en fin, los hombres, ignorando la verdadera estructura del universo, habrían permanecido siempre tímidos, supersticiosos, con el espíritu lleno de tinieblas y de errores.

La Astronomía es, en realidad, una ciencia muy difícil para quien quiera poseerla *á fondo*: para ser *astrónomo* es necesaria toda una vida de estudios y de cálculos. Así ocurre, por lo demás, con todas las demás ciencias. Pero afortunadamente, para conocer lo que es necesario á todos, lo más importante y más hermoso de la gran ciencia de la Astronomía, no se requiere tanto trabajo. Con alguna atención, en poco tiempo, sin fatiga, y aun al contrario, con vivo placer, podréis *aprender*, hoy que son conocidas, las verdades sublimes que sólo se han descubierto á costa de los mayores esfuerzos y con ayuda de ímprobos trabajos y tras millares de años de estudio.



PRIMERA LECCION

LA TIERRA ES REDONDA

Antes de dirigir nuestra mirada al cielo y contemplar el Sol, la Luna, las estrellas, ocupémonos de la Tierra, nuestra mansión.

«*La Tierra es redonda*».—He aquí lo que se enseña y hace repetir al comienzo de la *Geografía*. Y como no hubiera sido suficiente decir esto, pues una cosa puede ser á la vez redonda y llana, como una bandeja, el fondo de un plato, una moneda, se ha añadido «redonda como una bola, como un globo». Y mostrándoos esa gran bola que se llama una *esfera terrestre*, se os ha dicho: «He aquí la representación de la Tierra».

—¡Cómo! la Tierra, la Tierra sobre la cual andamos ¿está hecha así? Sin duda os asombró mucho la vez primera que se os dijo. Y aun ahora aunque lo hayáis comprendido, te-

néis algún trabajo en forjaros de ello una idea bien clara.

Es que, en efecto, á primera vista, la Tierra no nos ofrece ese aspecto. Cuando miramos á nuestro alrededor, la extensión del país, *la parte de la Tierra* que podemos abarcar, esa extensión nos parece *plana*, si estamos en un llano; desigual, *quebrada*, si nos hallamos en un país montañoso. Sobre nuestra cabeza el CIELO nos parece como una bóveda perfectamente redonda; azul si el tiempo es bueno; gris, si está cargado de nubes. Y esta bóveda parécenos descender hacia la tierra redondeándose á su alrededor, y llegar á tocarle en lontananza. Una criatura puede pensarlo así; cree que más allá de lo lejano donde su vista se detiene ya no hay nada, y que allá á lo lejos, el Cielo toca la Tierra. Pero he ahí que oye hablar de países muy lejanos, de largos viajes que duran meses y años, y se ve obligada á pensar que esa extensión de algunas leguas que ha podido ver, no es *toda la Tierra*. Y entonces imagínase la Tierra muy vasta, como no puede menos de hacerlo, pero siempre *llana*, como una tabla, ó mejor como una inmensa torta, y después sobre esta extensión

llana, y en determinados puntos, coloca en imaginación montañas que recuerdan, en proporción, las pequeñas hinchazones de la *superficie* llana de la torta. En fin, el cielo es para él una bóveda redonda que cubre toda la Tierra, poco más ó menos como una campana de cristal colocada sobre la torta.

Pues bien: esa fué también, á corta diferencia, la idea que los hombres antiguos, los hombres de otros tiempos, ignorantes como niños, se habían forjado de la Tierra; y pronto veréis á qué fantásticas extravagancias les condujo esta idea.

Figuraos que os halláis colocados en el mismo centro de una vasta llanura. La extensión del país que podéis abarcar en torno vuestro forma á vuestros ojos como un gran *círculo* en medio del cual os halláis. Encima está el cielo. El contorno de este *círculo aparente*, este límite lejano en que el cielo parece tocar á la Tierra, se llama el *horizonte*.

Pero más allá de este horizonte aun hay país; hay campos, bosques, ciudades, colinas, sin interrupción. ¿Por qué no se ven? Precisamente porque la Tierra es redonda, *abombada*, y no llana. Si la Tierra fuera plana ve-

ríamos los objetos alejados, tan lejos como nuestra vista pudiera alcanzar, cada vez más pequeños y confusos; pero no habría esa *apariciencia de círculo* que nos oculta por completo lo que está más allá.

Siendo la Tierra abombada, desde el punto

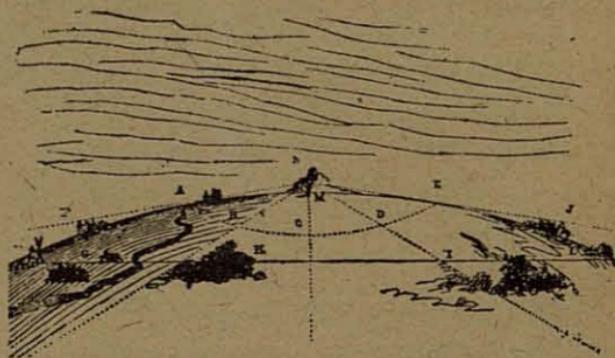


Fig. 4.—Curvatura de la Tierra. Límites del horizonte para un observador colocado en la llanura

en que nos hallamos podemos ver igualmente todo lo que está en torno nuestro hasta el punto en que nuestra mirada rasa el suelo. Más allá, éste, con los objetos que sustenta redondeándose por todas partes y descendiendo, se encuentra debajo con relación á nosotros; entonces ya no podemos ver esos objetos: la redondez, la *curvatura* de la Tierra nos lo im-

pide. Así el hombrecito que representa en M nuestra figura, puede ver ante sí hasta el punto A, donde la *línea recta* que figura su mirada, rase la *curvatura* del suelo. Así tam-

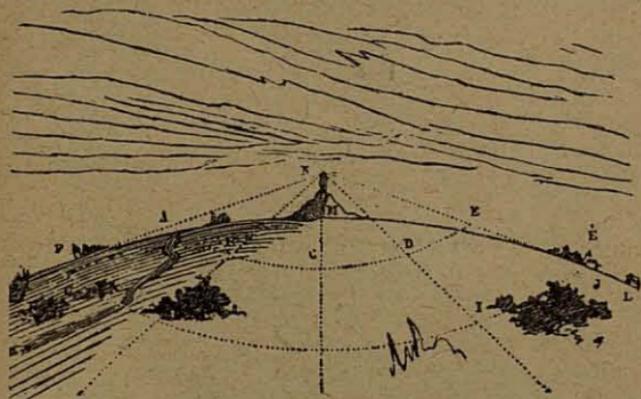


Fig. 5.—El observador situado en una montaña, descubre un horizonte muy vasto

bién, puede ver á su alrededor á la misma distancia hasta los puntos B, C, D, E (y lo mismo por el otro lado, que nuestro dibujo no puede representar). Estos puntos limitan su vista, forman el contorno de su horizonte. Los objetos situados más allá, en F, en G, en K, por ejemplo en J, se encuentran *debajo*; se le ocultan á causa de la redondez del suelo.

Pero si en lugar de permanecer en la llanu-

ra, subimos á una montaña, nuestra vista se extiende mucho más lejos. Llegados á la cumbre, descubrimos ciudades ó villorrios, bosques, campos que no veíamos desde el pie de la montaña. Vemos aún aquella apariencia de



Fig. 6.—El pueblo visto desde lejos.—El horizonte sólo permite ver las partes más elevadas de los edificios

círculo que ya habíamos observado, pero mucho más extenso. Así, supongamos que el viajero de nuestra figura está colocado en una colina, en N: veis por la línea que representa la dirección de su mirada, que puede contemplar ahora los objetos situados en F, G, H, I, que la curvatura del suelo le ocultaba cuando estaba al pie de la colina, en M. Pero los obje-

tos K, L, situados más lejos, continúan ocultándose.

Cuando os encamináis en la llanura hacia un lugar lejano, no veis desde luego el lugar

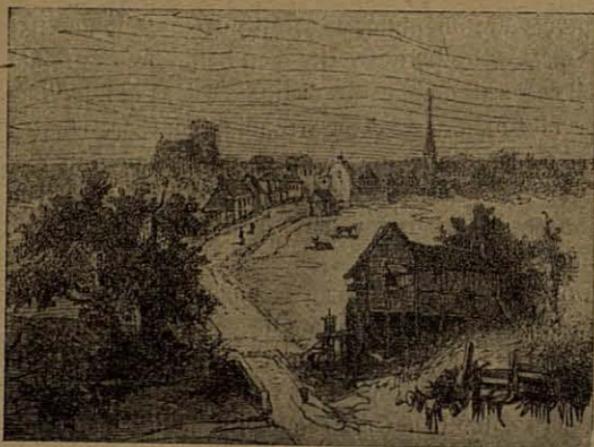


Fig. 7.—El pueblo visto de más cerca; véñse por completo los edificios; el horizonte queda más allá.

entero, sino únicamente el techo de las casas y la punta del campanario. Ello ocurre porque la parte baja de esos edificios se os oculta á causa de la curvatura de la Tierra que se redondea entre ellos y vosotros. Pero á medida que avanzáis, descubrís primero los pisos superiores, luego la planta de los edificios, que

parecen elevarse, elevarse cual si surgieran de bajo tierra.

El mismo efecto se observa mejor aún en el mar, donde no hay colinas ni nada que pueda estorbar la vista. Desde la orilla se ve la vasta extensión de agua que parece ascender en pendiente hacia el cielo hasta el horizonte, y este horizonte forma una línea perfectamente clara, trazada entre el cielo y el mar. Si se contempla entonces una gran embarcación que se aleja, ésta parece *subir* lentamente, hasta el horizonte, donde al fin llega; luego créese verla *descender* tras el horizonte. El cuerpo de la embarcación desaparece primero y después las velas más bajas, mientras aun se ven las velas altas y la punta de los mástiles que desaparecen en último término, cual si el barco se hundiese lentamente en el mar. Si éste fuera llano, tendríamos *todo* el barco á la vista, en tanto pudiéramos verlo, y hasta precisamente lo primero que dejaríamos de distinguir en lontananza sería la punta de los mástiles y las velas menores. Por lo tanto, también el mar es redondo, curvado, como la tierra firme. Y puesto que el mismo efecto se produce igualmente en todas las direcciones, es igualmente

redonda en todos sentidos, es decir, *esférica* (en forma de bola).

Otra prueba aun. Ya sabéis que la sombra

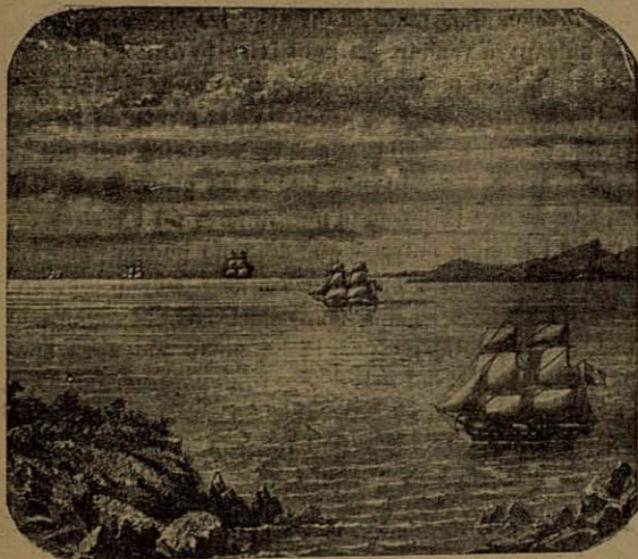


Fig. 8.—Curvatura del mar. Apariencias sucesivas de un barco que se aleja

de un objeto recuerda la forma de este objeto. Si se pone de cara al Sol ó á una lámpara un cuaderno cuadrado, bien enfrente de la pared, su sombra, que se ve en la pared, es cuadrada. La sombra de una bola es redonda. Pues bien,

en ciertas ocasiones que luego indicaremos, se puede ver la *sombra de la Tierra*... Y precisamente esta sombra es redonda: luego la Tierra también lo es.

Pero la mejor prueba de que la Tierra es redonda, está en que *se ha dado la vuelta á ella*. Y esta vuelta se ha dado en todas direcciones. Imaginaos sobre una bola, sobre una naranja, si queréis, una minúscula hormiga. Supongamos que esta hormiga anda siempre de frente sin volverse á derecha ni izquierda; de esta suerte dará la vuelta entera á la naranja, y pronto si continúa el mismo camino, volverá por el otro lado, al punto de que había partido. Pues bien: atrevidos navegantes han dado asimismo la vuelta á nuestra gran bola, es decir, á la Tierra. Han encontrado en su camino continentes, extensiones de Tierra firme que les impedían el paso; pero apartándose un poco (como nos apartamos nosotros ante un obstáculo, de un árbol caído y atravesado en el camino, por ejemplo, para volver á tomar en seguida nuestra ruta) han podido terminar la vuelta entera. *Dirigiéndose siempre en el mismo sentido* han regresado al puerto, *por el lado opuesto* al de donde habían partido. El

primero que dió la vuelta, un navegante llamado *Magallanes*, empleó *tres años* en realizar el viaje. Pero hoy, con los ferrocarriles y bu-

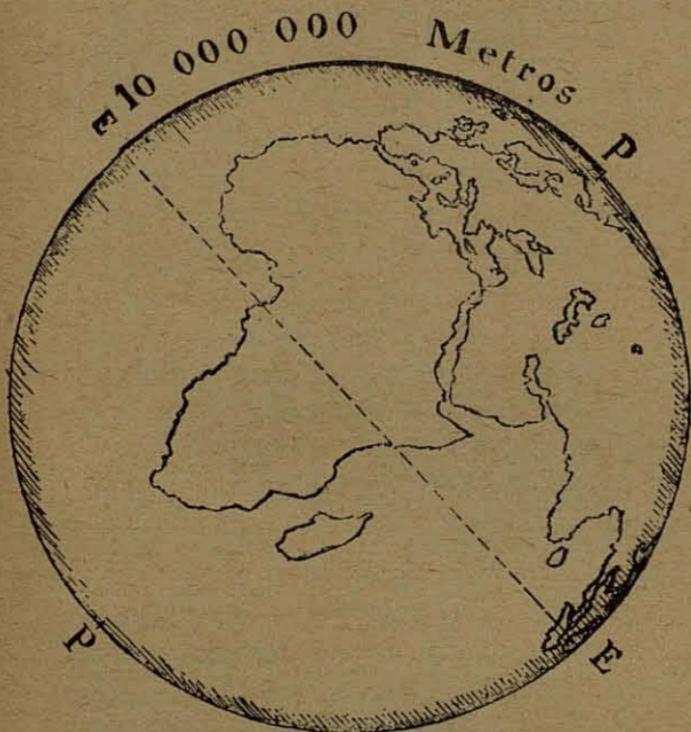


Fig. 9.—Medida del contorno de la Tierra

ques de vapor, puede darse la vuelta al mundo en menos de dos meses...

Aun hay otras pruebas de la forma de la Tie-

rra; nada hay hoy día mejor y más ciertamente demostrado. Después de haberse demostrado con todas las pruebas posibles que la Tierra tiene la forma de una esfera, se la ha *medido*... Sí; con ayuda de medios que no podemos explicar aquí, se ha medido esta gran bola; y se ha encontrado que tiene 40,000 kilómetros de circunferencia. Los sabios han fijado, según esta medida, la longitud que nosotros llamamos *un metro*. Han tomado desde luego la *cuarta parte* del contorno, ó como se dice, del *círculo máximo* (meridiano) de la Tierra. Luego han tomado la *diezmillonésima* parte de este cuarto, y esta longitud la han llamado *metro*.

La circunferencia de la Tierra es, pues, de 40 millones de metros, en todos los sentidos, pues la Tierra es igualmente redonda por todas partes, salvo una muy ligera diferencia.

¡40,000 kilómetros! ¡40 millones de metros!
¡Qué bola! Os mostráis asombrados; apenas podéis imaginaros semejante grosor.—El mar, redondo también, como está ya comprendido y nosotros hemos dicho, cubre las tres cuartas partes de la superficie de esta bola, que es la Tierra. Las extensiones de tierra firme, los

continentes, forman el resto, y continúan á corta diferencia, la misma curva regular cual si el mar se extendiera por doquiera.

Pero, preguntaráis: «¿y las montañas?...» Las montañas, lectores míos, nada importan. Considerad una naranja: su piel tiene pequeños granos, minúsculas desigualdades. ¿Acaso impide esto el que la naranja sea redonda? No, de ningún modo. Pues bien, *las más altas montañas* son mucho menores en relación con la Tierra, que las diminutas granulaciones de la piel en proporción de la naranja. Si se quisiera representarlas exactamente en proporción de este *globo* que nos sirve para figurar la Tierra, y que, según supongo, tiene el tamaño de un buen melón, para representar en él las más altas montañas, digo, precisaría colocar en su superficie pequeños granos de arena, casi imperceptibles. Las pequeñas desigualdades de los continentes y de las montañas no impiden, pues, que la Tierra sea un verdadero globo.

Por lo demás, cuando hayáis familiarizado algo vuestra imaginación con esas ideas, comprenderéis pronto que esta forma, que es parecida en todos sentidos, que no tiene ni esquinas (*ángulos*), ni bordes (*aristas*), es la más

sencilla y la más natural de todas las formas. Es la que por sí misma toma la gota de líquido, la de lluvia mientras cae, la gotita de rocío en las hojas. En fin, pronto veréis que el Sol, la Luna, todos los astros que contemplamos en el cielo son *globos*; entonces os parecerá muy natural que la Tierra tenga también esta forma: hubiera sido, antes bien, muy asombroso que *solamente ella* estuviera hecha de una manera distinta por completo.

LECCION SEGUNDA

LA TIERRA ESTÁ AISLADA EN EL ESPACIO

Posición de la Tierra en el espacio.—Esta gran bola de la Tierra ¿quién la soporta? ¿quién la sostiene?—Nadie y nada. La Tierra está *aislada* en el espacio. Figuraos ese globo enorme en medio de un inmenso espacio vacío, *aislado*, sin tocar en ningún punto; como una pompa de jabón que flota en el aire, ó un *globo* que se cierne por encima de nuestras cabezas. Pero en esta extensión donde flota la Tierra ni siquiera hay aire; no hay nada. Este espacio inmenso, sin fondo, sin límites en ninguna parte, infinito... es el CIELO.—*La Tierra está en el Cielo.*

La atmósfera.—El Cielo no es, por consiguiente, una bóveda azul y redonda situada sobre nuestras cabezas. No hay tal bóveda: es una simple apariencia, una ilusión de nuestros ojos, causada por el aire que rodea la Tierra.

El aire que respiramos, el aire por el cual vemos pasar las nubes, no llena todo el espacio, todo el cielo. Sólo hay un cierto espesor alrededor de la Tierra. El aire *envuelve* á la Tierra por todas partes; forma como una *capa* igualmente densa por doquiera, que se redondea en torno de nuestro globo. Esta *capa de aire*, es la que se llama la *atmósfera*. Su espesor no es muy grande en proporción, pues no pasa de unos 500 kilómetros, lo cual significa que desde el suelo donde nos encontramos, hay aire por encima de nuestras cabezas, cada vez más ligero hasta unos 500 kilómetros de altura... Más allá, ya no hay nada—el vacío.—Ahora bien, el aire es *azul*, como el agua es verde. La pequeña cantidad de aire que hay entre nosotros y los objetos vecinos no nos parece azul, porque, en efecto, su matiz es muy débil; asimismo un vaso de agua nos parece perfectamente límpido y no verduzco. Pero cuando contempláis una gran masa de agua, un lago, por ejemplo, ó el mar, reconocéis perfectamente el matiz verde. Así también cuando contempláis las colinas lejanas, en un día claro, sin niebla, os parecen ligeramente azules; es el color del aire que hay entre ellas y

vosotros que les da esa apariencia. El aire, pues, es azul. De día, esta capa de aire que se

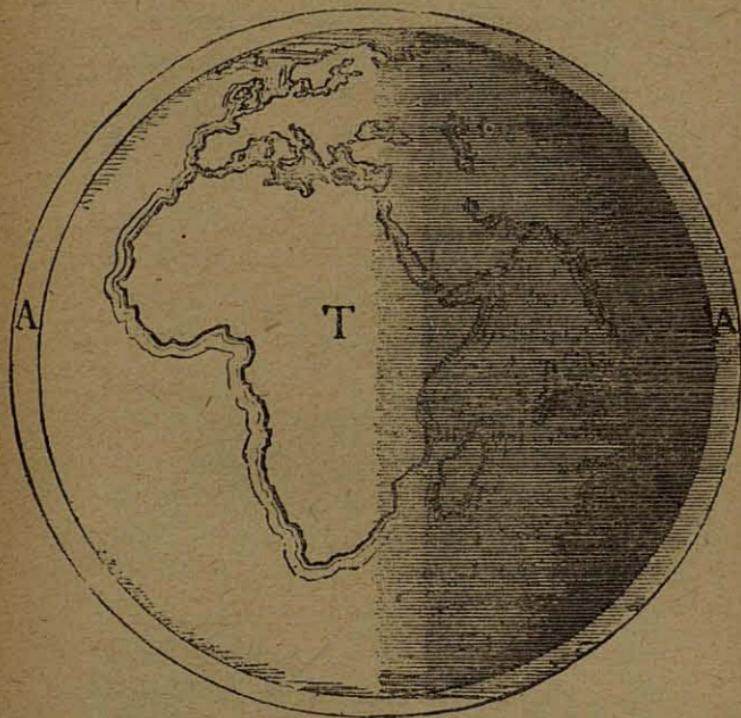


Fig. 10.—La Tierra rodeada de una capa de aire. *T*, es el globo sólido de la Tierra. *AA*, es el espesor de la capa de aire ó atmósfera.

redondea por encima de nuestras cabezas nos hace el efecto de una bóveda azul. Si el aire está

cargado de nubes, nos parece entonces una bóveda gris, más ó menos baja, más ó menos elevada, según esos *vapores* que forman las nubes son más pesados y más cercanos á la Tierra, ó más ligeros y flotantes á mayor altura. Pero por la noche desvanécese esta apariencia de bóveda si el aire está sin nubes, y á través de la atmósfera transparente, vemos el espacio negro y sin fondo del cielo, con las estrellas lejanas, como pequeñas chispas sembradas en el espacio. No hay, pues, que confundir *el aire, la atmósfera*, que iluminada por el Sol, nos parece formar la bóveda azul, y que algunas veces llamamos el cielo, con el *verdadero cielo*; la grande, la inmensa extensión vacía que está en el más allá, donde están lejos, muy lejos de nosotros, el Sol, la Luna, las estrellas.

Condición de los seres y de los objetos en la Tierra.—En esta gran bola, flotante en pleno cielo, que es la Tierra, nos encontramos todos, vosotros y yo, colocados, para continuar nuestra comparación, á la manera de pequeñas hormigas que marcharan sobre un gran globo viajando á través del aire. En todas partes, en la superficie redonda, hay, ó agua—los mares,

—ó continentes con sus montañas, sus ríos y sus riachuelos, árboles, animales, hombres, casas, objetos de toda especie, colocados en el suelo.

«¡Cómo! excluiréis ¿hay habitantes en todas las partes de la bola? ¿hasta en la opuesta á nosotros? Estando nosotros *encima*, ¿estarían los otros *debajo*? Teniendo nosotros la cabeza hacia arriba, ¿la tendrían ellos hacia abajo? ¡Ah!—¿Y cómo pueden aguantarse en tal posición? ¿Y las aguas del mar, los ríos, los riachuelos de aquella parte? ¿Y los árboles, las casas, todos los objetos? ¿Como no caen en el vacío, debajo?»

¿Por qué? Porque la Tierra es como un imán que los sostiene y los atrae como á nosotros mismos. Ya habéis visto esas pequeñas varitas *imantadas*: cuando se acerca á ellas clavitos de hierro, agujas, limaduras de hierro, esos objetos lánzanse hacia el imán, se pegan á él y permanecen allí suspendidos. No caen, porque el imán que los ha atraído para llevarlos hacia sí, los atrae aún y los retiene. Pues bien: la Tierra atrae del mismo modo hacia sí, como un imán, no solamente el hierro, sino toda la materia. Esa *atracción*, que tira á todo objeto

hacia abajo, hacia el suelo, la llamamos *pesantez*.

PESANTEZ.—Tengo un guijarro en mi mano. Este guijarro es *pesado*, lo cual significa que la

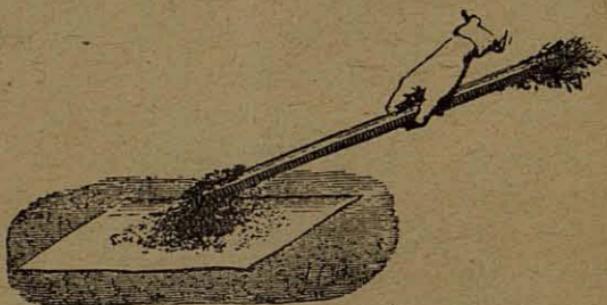


Fig. 11.—Barra de acero imantada que atrae y retiene partículas de limaduras de hierro

Tierra lo atrae hacia sí. La fuerza de esta *atracción*, la siento perfectamente, pues teniendo en mi mano la piedra, estoy obligado á hacer también un esfuerzo en sentido contrario para impedir que *vaya abajo*. Si lo suelto ó *cae*, *va hacia la Tierra*: exactamente como la limadura de hierro se precipita hacia el imán. Una vez ha caído, permanece allí, en reposo, en el suelo, absolutamente como la limadura de hierro permanece pegada en el imán. Para quitar de allí mi guijarro, necesitaría *hacer un esfuer-*

zo hacia arriba para vencer la atracción de la Tierra que lo retiene. Así también todos los objetos, en todos los lugares de la Tierra, son

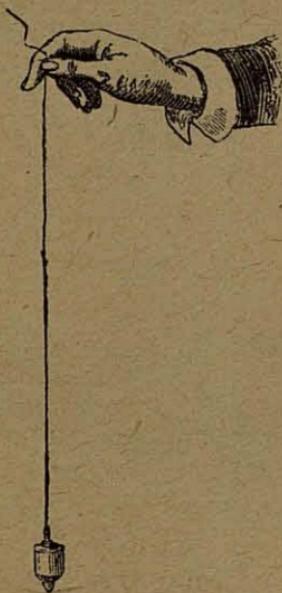


Fig. 12.—Plomada

atraídos hacia ella y retenidos en su superficie; no pueden por sí mismos separarse.

Vertical.—Cuando un objeto cae libremente, sin que nada le estorbe, va hacia el centro de la Tierra por el camino más recto y más corto.

La dirección de su caída se llama la *vertical*. Para reconocer esta dirección, se toma una *plomada*, es decir, un bramante en cuyo extremo se ata algo pesado: un clavo, por ejemplo. Sujetad el otro cabo del bramante con la

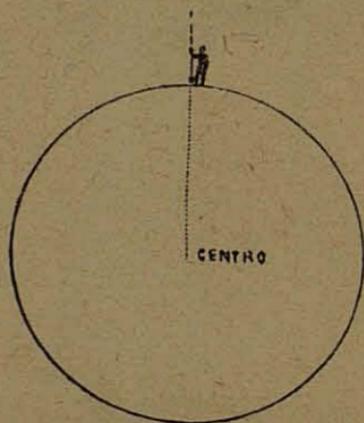


Fig. 13.—Dirección de la vertical indicada por la plomada

mano ó fijadlo en algún punto. Este hilo extendido por el peso del objeto suspendido, cuando ha dejado de oscilar y se mantiene bien en reposo, señala exactamente la *línea vertical*: de esta suerte los albañiles, los carpinteros comprueban si sus paredes ó sus puntales están perfectamente *á plomo*, es decir *verticalmente*.

Ahora bien: si imagináis que esa línea de la

plomada se *prolonga* en sentido recto, indefinidamente, á través de la corteza terrestre, prolongado de esta suerte llegaría al *centro de la Tierra*; es decir, justamente en el punto medio de la bola. Cuando se practica un pozo, se cui-

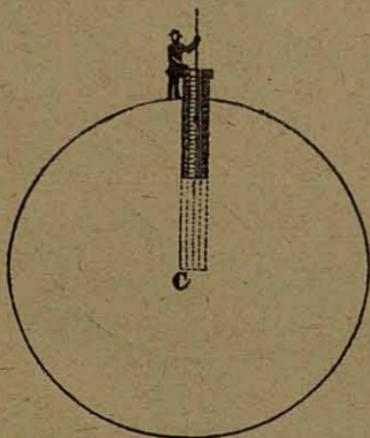


Fig. 14.—Pozo vertical que llegaría al centro de la Tierra si se prolongara suficientemente

da de hacerlo bien *verticalmente*. Si pudiera ahondarse bastante profundamente, se llegaría hasta el centro de la Tierra; y si entonces se dejase caer por él una piedra, ésta dirigiéndose rectamente, siguiendo el pozo, hacia el centro.

Esto sentado, puesto que la Tierra tiene la forma de una bola, si en diversos puntos de la

superficie se marca la dirección vertical (por medio de una plomada), esas verticales se dirigen todas hacia el centro. Si se supone esas verticales prolongadas, atravesando el espesor

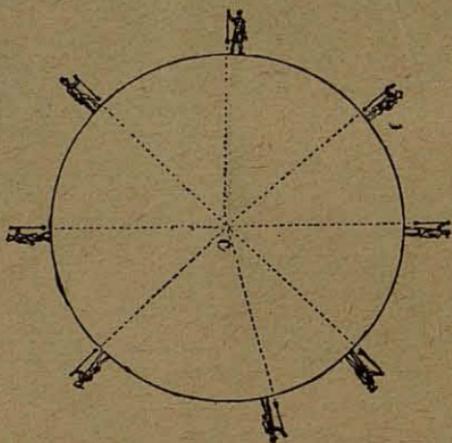


Fig. 15.—Posición de un observador y dirección de las verticales en diversos puntos de la Tierra

de la Tierra, todas irán á reunirse en el centro. Y como en cada lugar lo vertical es la dirección de los objetos que caen, diremos, por consecuencia, que todos los objetos son atraídos, en todas partes, *hacia el centro de la Tierra*.

Y ahora, reflexionando ¿dónde está el abajo? Hacia el suelo donde están colocados nuestros pies, ó mejor aun, en línea recta hacia el

centro de la Tierra. ¿Dónde está el *arriba*? En el lado opuesto, es decir, hacia el cielo. En ninguna parte, por consiguiente, tienen los hombres en la Tierra la *cabeza hacia abajo*;

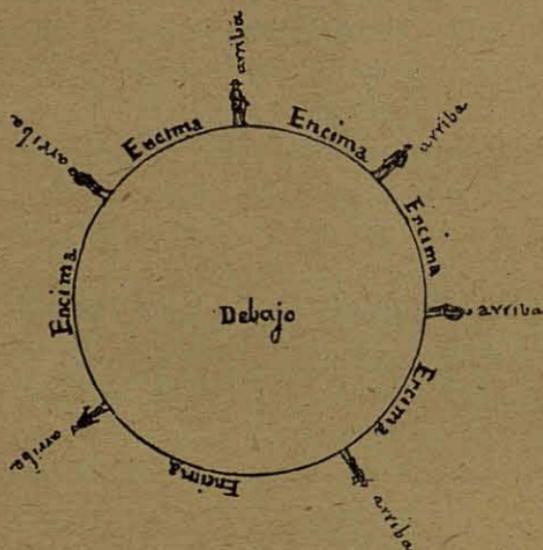


Fig. 16.—Posiciones de los habitantes en diversos puntos de la superficie de la Tierra

por doquiera tienen los pies hacia abajo, que es el interior de la Tierra, y la cabeza hacia el cielo, que es el *espacio* que rodea nuestro globo—la cabeza hacia *arriba* por consiguiente.—¿Qué es *caer*? Es ir hacia el centro de la

Tierra. ¿Y *subir*? Es ir hacia el cielo. Los que habitan los parajes de la Tierra opuestos á los nuestros, no pueden, al igual que nosotros, *caer en el espacio*. Abandonar la Tierra, para ellos como para nosotros, no sería *caer* sino *subir*, ir arriba, hacia el cielo. ¿Acaso teméis desligaros del suelo y sentir os elevados en el espacio?—Pues bien, para ellos sería lo mismo. Se encuentran, tan bien como nosotros, en posición derecha y no caída; en posición natural y estable, los pies hacia el suelo y la cabeza hacia el cielo. Se sientan *sobre* la Tierra y no *debajo*. *Debajo* sería el interior del globo: *encima* es todo lo que hay en derredor. La misma *atracción* ó *pesantez* retiene en todas partes los diversos objetos estables en el suelo, así como las aguas y el aire, la atmósfera que envuelve la Tierra, que atrae igualmente en todos los sentidos, y, asimismo á su alrededor, el cielo.

Equilibrio de la Tierra en el espacio.—Esto sentado, y por la misma razón, ya no os preguntaréis *por qué la Tierra no cae*.—Los antiguos, que no se daban cuenta de la forma de la Tierra, que ignoraban qué era el cielo—todo lo que acabo de explicaros—no podían imagi-

narse que tan enorme masa pudiera sostenerse sin estar colocada sobre cosa alguna, suspendida de algo, colocada, en fin, en sólidos puntales.

«Sin eso, pensaban, caería...» Y helos ahí imaginar los medios más extravagantes para impedir la caída de la Tierra. Unos se la representaban colocada sobre enormes puntales, otros sostenían que estaba emplazada sobre los lomos de cuatro elefantes... y ¡qué elefantes! Más tarde, cuando se supo que la Tierra era redonda, hubo quien se la representó ensartada de parte á parte por un gran eje de hierro... Todo lo cual no hacía adelantar nada, antes bien, prolongaba la dificultad. La Tierra está colocada sobre columnas: bien; pero y las columnas ¿sobre qué se apoyan? La Tierra está sostenida por elefantes: y los elefantes ¿dónde tienen los pies? Y ¿quién sostiene el eje de hierro? Aun hubo otros que sostuvieron que el globo debía estar pendiente de una inmensa cadena de oro fija en la bóveda del *firmamento*—del cielo—como una lámpara colgada del techo... Pero hoy que sabemos que no existe tal bóveda, se ha desprendido la cadena... Por otra parte, dada la vuelta á la

Tierra en todas direcciones, si hubiera habido soportes en una ú otra parte, habrían sido vistos: ¡indudablemente su tamaño descomunal hubiera permitido verlos! Pero nada se ha visto, antes por el contrario se ha demostrado que el globo está perfectamente *aislado* en el espacio, por todas partes.

Pero ¿para qué suponer soportes y cadenas? ¿Para impedir que la Tierra caiga? ¿Caer dónde? ¿Abajo? ¡Pero si el *abajo* con relación á nosotros está en el centro de la Tierra misma, según hemos ya dicho! En el espacio inmenso y vacío del cielo ¿dónde está el abajo? ¿Acaso no vemos el Sol, la Luna, todos los astros, flotar cual enormes bolas en pleno cielo sin que nadie los soporte? La Tierra al igual que ellos puede ir y venir en todos sentidos en el cielo— ¡hay suficiente puesto!—llevando con ella á sus habitantes, sus mares, su atmósfera, ir, venir pero no *caer*: es esta una palabra sin sentido como el *fondo*, el *extremo*, el *borde*, *arriba*, *abajo*, cuando se trata del espacio sin fin y sin límites.

LECCION TERCERA

LA TIERRA GIRA SOBRE SÍ MISMA

Apariencia de la salida y puesta de los astros.—Cuando el cielo no está demasiado cargado de nubes, vemos cada mañana, y siempre hacia la misma parte del horizonte, *salir* el Sol. Percíbese primero el borde de un hermoso disco brillante que parece elevarse tras los bosques lejanos ó las colinas del horizonte, cual si saliera de la Tierra. Poco á poco se agranda; en algunos minutos se destaca por completo y parece separarse de la Tierra y ascender al cielo.

Si durante las horas de la mañana observáis la posición del Sol notaréis que continúa elevándose sobre el horizonte pero no *én línea recta*, sino *oblicuamente*. Y al par que asciende en el cielo avanza *hacia vuestra derecha*. (Al observarlo os habéis puesto de cara á él). A

mediodía ha llegado á su mayor altura, muy lejos del punto por donde le visteis salir por la mañana.

Durante la tarde el Sol continúa avanzado hacia la *derecha* del observador que lo contem-

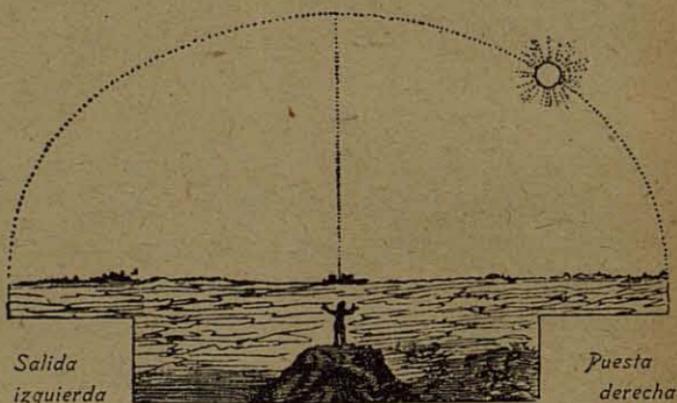


Fig. 17.—Camino aparente del Sol en el cielo, desde su salida hasta su puesta.

pla, pero en lugar de ascender declina; parece como si bajara oblicuamente. Hacia la caída de la tarde, parece muy cercano á la Tierra por la parte opuesta á la de su salida. Entonces vésele ocultarse gradualmente tras el horizonte, cual si se hundiera en la Tierra. Pronto desaparecerá por completo, verificándose entonces la *puesta* del Sol.

Cuando se quiere representar el camino que el Sol ha parecido seguir á través del cielo durante el día, se ve que es una gran curva redonda, una parte del contorno *de un vasto círculo*.

Si observamos la *Luna*, vémosla también elevarse sobre el horizonte, *por la misma parte* que el Sol; ascender oblicuamente hacia el cielo andando con lentitud, en el mismo sentido que él, descender después y ponerse asimismo por la parte opuesta. También ella parece seguir una ruta redonda, *girar*. En fin, cuando en esas noches despejadas se observan las estrellas, nótase que también parece como si cambiaran de lugar lentamente en el cielo; *todas á la vez* parecen *girar* en el mismo sentido que el Sol y la Luna.

Movimiento aparente del cielo.—Movimiento real de la Tierra.—La primera idea que brota de la mente es que el Sol, la Luna y las estrellas giran, en efecto, alrededor de la Tierra. Eso es precisamente lo que pensaron los antiguos, los primeros *observadores*. «El Sol, decían, da la vuelta á la Tierra describiendo un gran círculo. Después de haber dado una parte de esta vuelta ante nuestra vista, sobre nues-

tro horizonte, continuando en su movimiento pasa á la otra parte de la Tierra, donde ya no le vemos más. Vuelve *por debajo*, y acaba la vuelta reapareciendo al día siguiente por el mismo punto que la *víspera*; y así continúa cada día empleando veinticuatro horas en hacer su viaje completo». Y como veían la Luna y las estrellas, marchar también en el mismo sentido, pensaron desde luego que *el cielo entero*, todo en una pieza, con sus astros, giraba alrededor de la Tierra.

Como esto se conformaba con las apariencias, creyóse durante muy largo tiempo: fueron precisos muchos siglos, muchas observaciones, pruebas y razonamientos, para que al fin se comprendiera, que no es el cielo, con el Sol, la Luna, las estrellas, quien gira alrededor de la Tierra, sino, por el contrario, nuestro globo que *gira sobre sí mismo*, que rueda á la manera de una peonza...

¡*La Tierra gira!*—He ahí una cosa que á primera vista parece extravagante, imposible, absurda. Así pareció á todo el mundo, cuando, hace tres siglos un hombre, un gran sabio, osó proclamar por vez primera que la *Tierra gira*, que el Sol no gira. ¡Creyósele loco! Semejante

afirmación daba al traste con todo cuanto creía-se ver y saber.—«¡Cómo! ¿La Tierra gira, rueda, en una ronda espantosa?...»—«Indudablemente».—«Y nosotros, que estamos en la Tierra, ¿giramos, pues, también con ella?»—«¡Desde luego!»—«¡Yo! ¿yo giro? ¿Yo que estoy sentado tranquilamente ahí, ruedo con la bola de la Tierra, cual un torbellino, y viajo sin saberlo? Pero, si así fuera, lo vería todo dando vueltas á mi alrededor; sentiría huir el suelo bajo mis pies, yo mismo me sentiría arrastrado, sería, en fin, presa del vértigo. Por el contrario, veo que todo está en reposo en torno mío, y yo mismo me siento inmóvil». Eso es lo que se decía antes, lo mismo que vosotros os decís. Sin embargo, reflexionemos un poco.

Las ilusiones del movimiento. — Cuando cambiáis de lugar ¿en que qué os dais cuenta de ello? En que los objetos que os rodean ya no son los mismos, ó ya no están en la misma posición respecto de vosotros.—Cuando vayáis por el campo, observad frente á vosotros, allá lejos, junto al camino, tal árbol, tal casa, y á medida que avancéis os parecerá que la casa se acerca, se acerca cada vez más. Primero

estaba lejos, y ahora hela aquí, muy cerca de vosotros. ¿Es que la casa ha cambiado de lugar para salir al encuentro? No bromeéis: «ello se debe á que nos hemos acercado á la casa».—Ahora bien, pasáis ante ella, y hela á vuestro *lado*; seguís más adelante, y hela detrás. Y ahora, á medida que continuáis vuestro camino, parece retroceder poco á poco, alejarse para desaparecer por fin en lontananza.

En coche, en ferrocarril sobre todo, el efecto es más curioso. Mientras el coche marcha, si está cerrado, ó si miráis *solamente al interior*, enfrente, cerca de vosotros, las personas y los objetos que el coche lleva en vuestra unión, os parecen siempre á la misma distancia y en la misma posición con relación á vosotros. *Nada*, pues, *os hace notar que cambiáis de sitio*. Todo, por el contrario, parece inmóvil á vuestros ojos. Y á no ser por la pequeña sacudida que os advierte de que estáis en marcha, creeríais que el coche se ha parado. Muchas equivocaciones de este género ocurren en los ferrocarriles.—Pero si abris la ventanilla para mirar *afuera*, ¡todo cambia! Veis pasar ante vosotros árboles, campos, pueblos. Llegan ante vosotros desde lejos, desfilan, desfi-

lan cada vez empequeñeciéndose más y luego parece como si se hundieran en lontananza. Ante vuestra vista parece que el campo corre y se arremolina locamente; hasta podríais creerlo, á no ser por el ruido de la marcha... Pero no, no podríais creerlo: vuestro ojo se equivoca, pero vosotros no podéis equivocaros. Comprendéis perfectamente que eso es una ilusión. Viendo los objetos como huyen, vuestra razón os hace concluir de ello que sois vosotros quienes avanzáis.

Una observación más. Alguna vez habréis subido á un caballo de madera de un *tiovivò* de feria. Mientras la máquina rueda y la música toca, si miráis á vuestro alrededor, veis á los espectadores, el sitio, las cosas girar en sentido contrario con una rapidez que causa vértigo. Lo que estaba á la derecha pasa en un instante á la izquierda... Para vuestros ojos parece que todo da vueltas y se arremolina; también eso es una *ilusión* y hasta bien sabéis que es efecto de vuestro movimiento. Pero si, en lugar de mirar esas cosas, os las arregláis de modo que sólo podáis ver la máquina, la tela que le sirve de techo, sus caballos de madera y los niños que los montan, entonces

tenéis otra ilusión. Como todos estos objetos se mueven á la vez y al mismo tiempo que vosotros, no veis si se os alejan ó si se os acercan; *os parecen inmóviles*. Nada os hace juzgar de vuestro movimiento, y si no fuera por la pequeña sacudida de la máquina creeríais, en efecto, que está parada.

De todas estas observaciones, y otras parecidas que vosotros mismos os haréis, concluyamos y retengamos bien dos cosas:

1.º Cuando se está en movimiento, los objetos afectados por el mismo movimiento *parecen inmóviles*: de modo que si sólo se ven éstos, no se nota el movimiento, *creyéndose estar también inmóvil*.

2.º Los objetos realmente inmóviles parecen *moverse en sentido contrario*.

Imposibilidad del movimiento del cielo y de los astros.—Ahora, por el contrario, admitido que la Tierra gira, todo se convierte en sencillo y natural. Que esa pequeña bola ruede sin cansarse, es un movimiento puesto en razón que es nada en comparación con las desenfundadas carreras de que hace poco hablábamos. Las apariencias serían las mismas si el cielo diera vueltas, y todo se explica de la manera más

sencilla, desvaneciéndose las dificultades y las objeciones. La Tierra gira con nosotros: ¿por qué no advertimos este movimiento? Porque el suelo, los árboles, las casas, todo lo que está sujeto á la Tierra—incluso la atmósfera y las nubes—también dan vueltas. Nada parece cambiar de lugar á nuestra vista, porque todo se mueve con el conjunto, y nosotros con ello. Recordad nuestras observaciones: es como en el *coche cerrado*. Y como la Tierra se mueve sin ningún ruido, sin sacudida de ningún género, con movimiento perfectamente tranquilo—más que el de la barca que se desliza en un agua tranquila—en nada nos hace sentir su marcha, y la creemos inmóvil. Pero si en lugar de mirar *los objetos terrestres*, miramos el Sol, la Luna, las estrellas, que no giran con nosotros ¿qué ocurre? *Que nos parece dar vueltas en sentido contrario*. Es como en el *coche abierto*, cuando mirábamos afuera y veíamos huir los árboles y los campos.—Estamos en el *tiovivo* de la Tierra cuyos espectadores son el Sol, la Luna, los objetos que parecen rodar en sentido opuesto.

Naturaleza del movimiento de rotación.—Para tener una idea clara del movimiento de la

Tierra, tomad una bola, una naranja si queréis. Atravesadla de parte á parte por una larga aguja de hacer calceta, y luego haciendo rodar la aguja entre los dedos, haced lo pro-

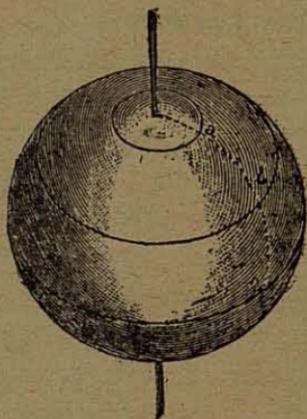


Fig. 18.—Bola atravesada con una aguja, y representando la Tierra

pio con la bola cual si fuera una *rueda*. Entonces se dice que la bola *gira sobre sí misma*, y á este género de movimiento se le llama de *rotación*, es decir, movimiento de la rueda. La aguja que atraviesa la bola por su *centro* señala la dirección de una *línea* llamada *eje* de la bola, y á cuyo alrededor gira: es como el *eje* de la rueda. Los dos puntos por los cuales

este *eje* representado por la aguja atraviesa la superficie de la bola, llámense los dos *polos*.

Observad ahora atentamente nuestra bola mientras gira. Seguid con la vista una manchita, un punto señalado en la bola, y veréis que este punto *describe un círculo* alrededor del eje. Lo mismo ocurre para cada punto de la superficie de la bola. Por un punto *a*, cercano al *polo*, da una vuelta muy pequeña; otro punto *b*, más alejado, describe un círculo mayor en el mismo tiempo, andando por lo tanto con mayor rapidez. Si escogéis un punto *c*, situado precisamente en la parte media entre ambos polos, describirá el círculo mayor. Si dividimos la bola por este círculo, que por doquiera está á igual distancia de ambos polos, habremos dividido la bola en dos medias bolas iguales.

Movimiento de la Tierra.—Pues bien: la Tierra gira asimismo, sin estar atravesada por ninguna aguja ó eje real, como una peonza gira sobre sí misma sin estar atravesada de eje ninguno. Imaginamos únicamente una línea en el interior de la Tierra, alrededor de la cual gira la Tierra como atravesada por un eje; línea que nosotros llamamos *eje de la Tierra*. Los dos puntos en que esta línea penetra en la su-

perficie de la Tierra son los dos *polos*. (Siganse estas explicaciones en una esfera terrestre).

Exceptuando estos dos puntos, todos los de la superficie de la Tierra giran en veinticuatro horas (un día y una noche), describiendo círculos mayores ó menores según estén más ó menos alejados de los polos.

Los que dan la vuelta mayor son los situados en un *gran círculo* que imaginamos trazado en la superficie del globo á igual distancia de ambos polos. Este círculo que divide el globo de la Tierra en dos *hemisferios* (semiesferas) iguales, llámase *ecuador*. Helo ahí representado en nuestro *globo terrestre*. Adviértase bien que semejante círculo no está *trazado* en la superficie de la Tierra; pero existen realmente los puntos que lo componen, sólo que nada los distingue de los otros puntos de la superficie á no ser el estar á igual distancia de ambos polos. Los puntos situados de esta suerte y, por consiguiente, los hombres que habitan en aquellos lugares dan la mayor de las vueltas—la vuelta entera á la Tierra, es decir, 10,000 leguas (40,000 kilómetros), en veinticuatro horas, casi siete leguas por minuto.—Pero Francia, por ejemplo (buscad en vuestro globo),

está más cerca del polo; por lo tanto, así vosotros como yo damos en un día una vuelta mucho menor que los habitantes de los países del *ecuador*: unos 26,000 kilómetros por día, algo así como diez y ocho kilómetros por minuto solamente. «¡Solamente!», excluiréis, tal vez.—Así es, en efecto; pero esta cantidad nada significa en comparación con los movimientos que se hubiera tenido que suponer al Sol y á las estrellas para hacerlas girar alrededor de la Tierra. Y si no nos damos cuenta de semejante movimiento ya sabéis á qué se debe.

Ya comprendo que la idea de la Tierra girando con todo lo que soporta, entra difícilmente en vuestra imaginación y os asombra. Pero pronto sabréis que los demás globos del cielo, el Sol, la Luna, y otros además que podemos ver en torno nuestro, *todos giran* sobre sí mismos: *se les ve girar*... Y entonces comprenderéis que lo asombroso hubiera sido, por el contrario, que *únicamente la Tierra* se diferenciara de los demás astros, que sólo ella estuviera *inmóvil*, mientras los otros giraran.

En fin, han podido obtenerse PRUEBAS directas, positivas del movimiento de la Tierra, que

no cito aquí, porque para comprenderlas habríamos de seguir razonamientos demasiado difíciles para vosotros: cuando sepáis cuanto contiene esta obrita, las buscaréis y las aprenderéis sin trabajo en otros libros de astronomía donde los he reunido. Pero sabed desde luego que esas pruebas existen, de tal manera que á ninguna persona ilustrada se le ocurre dudar por un solo momento de que *la Tierra gira.*

LECCION CUARTA

EL DÍA Y LA NOCHE

Apariencias del día y de la noche.—Puntos cardinales.—Acabamos de explicaros cómo, en veinticuatro horas, gira la Tierra sobre sí misma. Ahora vais á ver como todas las apariencias del día y de la noche son los efectos de ese movimiento.

Cuando el aire es puro, mucho antes de salir el Sol, una parte del cielo blanquéase con luz pálida que va aumentando: es el *alba*. Luego esa luz se dora, enrojécese; los vapores, las nubecillas que flotan en el aire toman un color rosado, y después el de fuego; la luz aumenta cada vez más: es la *aurora* que precede al día con toda su fuerza. En este momento el Sol está aún oculto á nuestra vista; pero su luz ilumina ya la parte superior de la atmósfera, que parece entonces luminosa y nos envía sus

reflejos. A ese fenómeno llamámoslo el *crepúsculo de la mañana*.

El Sol aparece al fin, cual si saliera de la Tierra por el horizonte, según hemos ya dicho.

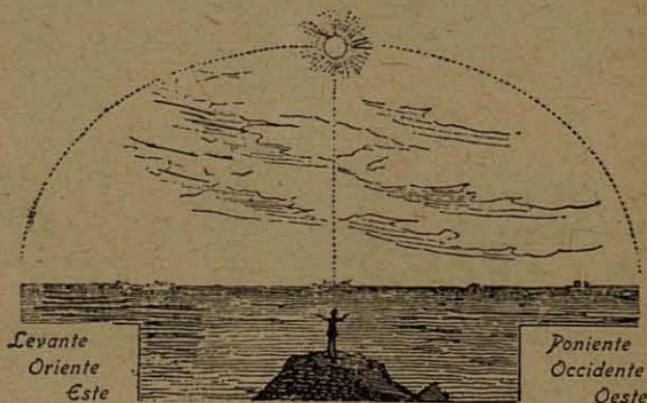


Fig 19.—El Sol á mediodía, en la mayor elevación de su curva aparente. El observador que mira el Sol, tiene delante el Mediodía, detrás el Norte, el Este á la izquierda y el Oeste á la derecha.

En este momento sus rayos rasan el suelo, y las sombras de los objetos alárganse por la parte opuesta. El punto del horizonte por el que aparece el Sol, llamámoslo *Oriente*, y también *Este*.

A medida que el Sol parece ascender describiendo su gran curva, la luz del día es más

viva y el calor más intenso. A mediodía, en que el astro ha alcanzado su mayor altura en el cielo, sus rayos caen mucho menos *oblicuamente* sobre nuestras cabezas; la *sombra de los objetos* en el suelo es entonces mucho más corta: habréis observado indudablemente que

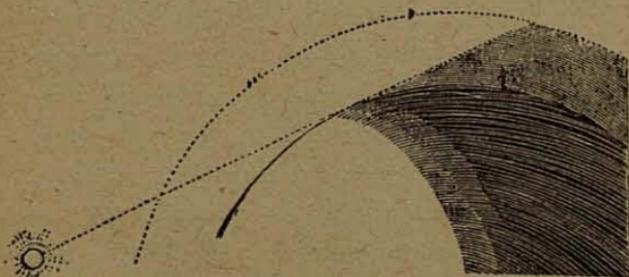


Fig. 20.—Crepúsculo. La parte superior de la atmósfera está aún iluminada por encima de una porción de la superficie del globo ya en la sombra.

las paredes y las casas dan poca sombra en la mitad del día. Por consiguiente hemos llegado al mediodía. Volvémonos hacia el Sol: la parte del horizonte sobre la que nos parece estar en este momento y que tenemos frente á nosotros, es el *mediodía*, que también se llama *Sud*. Detrás de nosotros, en la dirección exactamente opuesta está el *septentrión*, llamado por otro nombre, *Norte*.

Mientras el Sol declina, su luz pierde gradualmente en fuerza y su calor disminuye. En el momento en que el astro parece tocar la Tierra, sus rayos llégnanos rasando el suelo, casi *horizontalmente*: las sombras de los objetos alárganse desmesuradamente, *en una dirección opuesta* á la que tenían por la mañana. El Sol parece, en fin, hundirse en el horizonte.

Mucho rato después de su puesta vese aún el cielo con nubes doradas y con reflejos de fuego, como en la aurora. Luego todo se apaga, y ya no se ve más que un pálido resplandor que va extinguiéndose. Es que el Sol, oculto ya á nuestra vista, ilumina aún durante algún tiempo las alturas de la atmósfera: es el *crepúsculo de la tarde*, tras el cual viene la noche. A medida que se extingue la claridad del día, comienzan á aparecer las estrellas: primero las más brillantes, y después todas, unas tras otras.

La parte del horizonte por donde el Sol se pone, llámase naturalmente *Poniente* y también *Occidente* y aun además *Oeste*.

Orientación.—Cuando nos volvemos de cara al Sol á mediodía, tenemos por consiguiente ante nosotros el *Sud*, el *Norte* detrás, el *Este*

á la izquierda, y á la derecha el *Oeste*. Estas cuatro direcciones llámanse los cuatro *puntos cardinales* (es decir, *principales*). Reconocer en el punto en que nos hallamos, esas cuatro

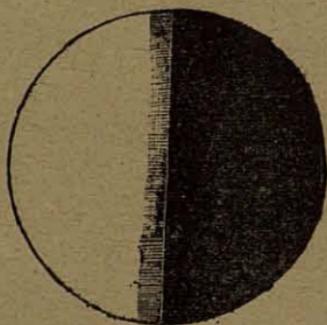


Fig. 21.—Bola iluminada por una parte, y obscura por otra

notables direcciones, es *orientarse* (encontrar el *Oriente*, y por consiguiente los tres otros puntos).

Ejercitaos en *orientaros* por la posición del Sol en su salida, á mediodía y en su puesta; es una cosa muy útil y muy agradable en cualquier lugar donde se viva y en que nos encontremos; en determinadas circunstancias puede impedirnos el que os extraviéis, el que perdáis vuestro camino. *Orientándose* con mu-

cho cuidado y exactitud, los navegantes logran dirigirse en el mar, «donde no hay trazado camino alguno.

Distribución de la luz por el globo: expe-

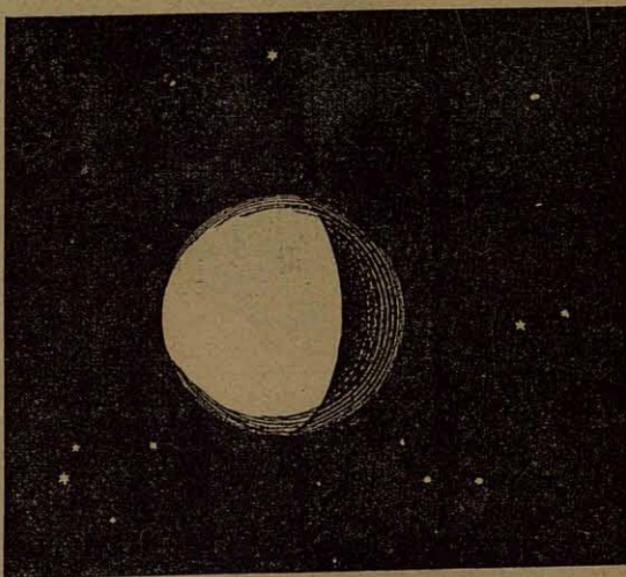


Fig. 22.—El día y la noche. La Tierra aislada flotando en el cielo é iluminada por una parte por el Sol

riencia.—Es de noche; una luz, colocada sobre la mesa, es lo único que alumbra la estancia: es, si queréis, una lámpara con su globo de cristal deslustrado rodeando la llama. Tomad

de nuevo vuestra bola, ó vuestra naranja, y mantenedla á cierta distancia, frente la lámpara. Solamente se iluminará un lado de la bola, el que está de cara á la lámpara; el otro permanece obscuro, está en la sombra. Entre el lado iluminado y el obscuro, el límite de la sombra y de la luz forma en torno de vuestra bola *un círculo* que se divide en dos partes iguales. La mitad de la superficie de la bola está en la luz, y la otra mitad en la sombra.

Así está la Tierra, en el espacio, frente al Sol. El Sol, como la lámpara, envía la luz á todas partes en torno de sí; la Tierra, como la bola, recibe la luz. Pero sólo queda iluminada una parte de la Tierra: la que está de cara al Sol. La otra está en la obscuridad. Por una parte la luz, el *día*; por otra la sombra, las tinieblas, la *noche*.—El día, es, pues, la luz dada por el Sol; la noche, es la sombra de la Tierra, es la parte opuesta.

Alternativas del día y de la noche.—Si la Tierra estuviera inmóvil ante el Sol (inmóvil también), siempre el mismo lado de nuestro globo miraría hacia el astro, y los países de esta parte recibirían siempre la luz: los habi-

tantes de tales países tendrían perpetuamente día. Y siempre el otro lado estaría sumergido en las tinieblas; sería la región de la noche eterna. Lo que hace que tengamos alternativa, sucesivamente, día y después noche, *es el movimiento giratorio de la Tierra.*

Tomad vuestra naranja atravesada de la aguja de hacer calceta; ponedla de cara á la lámpara, de tal manera que los puntos en que la aguja atraviesa la naranja, sus *polos*, estén ambos en el límite de la sombra y de la luz; haced girar lentamente la bola *sobre su eje*, haciendo rodar la aguja entre los dedos, y observaréis entonces que *todos los puntos* de la superficie de la bola pasan sucesivamente, y cada uno á su vez, por la sombra y por la luz.

Observemos un punto de la superficie, una manchita, por ejemplo: ya sabréis que girando describe un círculo. La veréis atravesar sucesivamente el espacio alumbrado y el espacio obscuro; después volver y así sucesivamente. Durante la primera mitad de su giro, está en la luz, y mientras describe el resto de su círculo en la sombra.—Señalad otro punto en la bola opuesto á aquél: mientras el primero atravesará el espacio iluminado, el segundo estará

en la parte oscura; y, recíprocamente, cuando el primero pasará por la sombra, el segundo vendrá á su vez á presentarse á la claridad.

Pues bien, girando la Tierra sobre sí misma frente al Sol, prodúcese un efecto del todo parecido. Los diferentes países de la Tierra, encuéntranse al girar, tan pronto en la parte iluminada por el Sol, tan pronto en la opuesta, en el espacio obscuro: cada uno atraviesa sucesivamente la luz y la sombra.—Mientras un país atraviesa el espacio alumbrado, ve el Sol, tiene día; cuando, acabada la vuelta, pasa por el lado obscuro, tiene noche. Es más: mientras este país está en la luz, otros, situados en la parte opuesta, tienen noche; y cuando el primero á su vez se sumerja en la sombra, éstos verán el día. Ahora, pues, comprenderéis perfectamente, cómo, por la *rotación* de la Tierra, primero: cada país—el nuestro si queréis—tiene sucesivamente día y noche; segundo: todos los países no tienen la luz al mismo tiempo, sino que unos tienen día mientras otros tienen noche, y recíprocamente.

Diferencia de las horas.—No es esto todo; hemos de conocer detalladamente todos los fenómenos curiosos que de esto resultan:

Para conseguirlo fácilmente, se han imaginado, trazados en la superficie de la Tierra, de un polo al otro, grandes *semicírculos* llamados *meridianos*; pronto veréis por qué. Tomad vuestro globo terrestre: en él veréis á través de los continentes y de los mares, *semicírculos* trazados de aquella suerte, semejándose poco más ó menos á rajadas de melón. Como veis, todos esos *semicírculos* cortan el *ecuador* por su mitad.—En geometría, hay la costumbre de dividir todos los *círculos* en 360 partes iguales, llamadas *grados*. Igualmente se ha supuesto dividido el *ecuador*; y para cada uno de los *grados* se imagina un *semicírculo* trazado de un polo á otro: tiénense de esta suerte 360 *círculos meridianos*.—Pero como esos *círculos* tan juntos uno al otro cubrirían demasiado nuestros globos y serían un obstáculo para el dibujo, no se trazan todos, sino algunos tan sólo, de 10 en 10 *grados*, por ejemplo, ó de 15 en 15. Si miráis nuestro globo terrestre dirigiendo la vista *precisamente en la dirección del eje*, frente á uno de los polos, veréis como esos *meridianos* os producen el efecto de los radios de una rueda: el *ecuador* formará la *circunferencia* de esta rueda aparente.

Coloquemos ahora nuestra *esfera terrestre* enfrente de la lámpara ó del Sol, de modo que

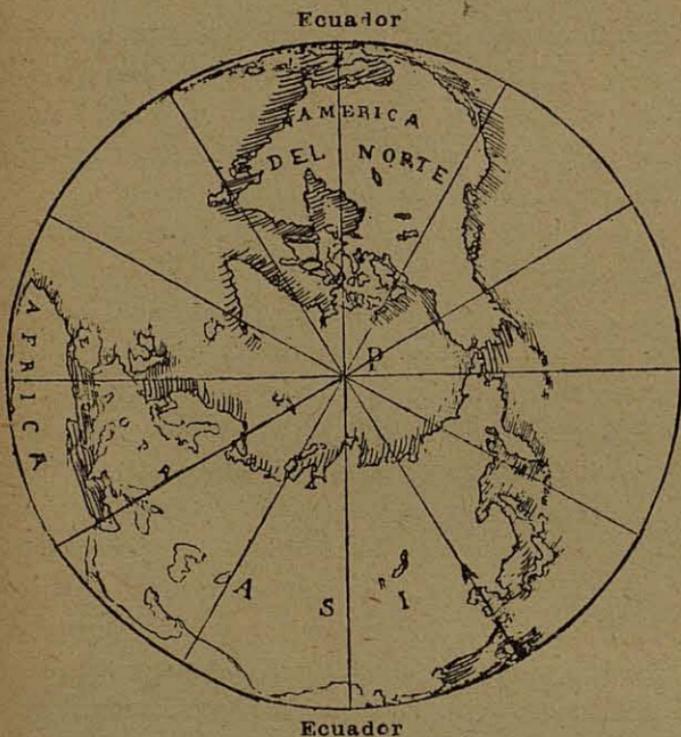


Fig. 23.—La esfera terrestre vista por un observador situado frente al polo *P*.

el círculo límite de la luz y de la sombra pase por los polos—como hemos ya hecho con nues-

tra bola.—Busquemos en la esfera el lugar que representa nuestro país: Francia (*) y después hagamos girar lentamente el globo. En el momento en que Francia se presenta para entrar en la luz, los rayos luminosos rasan la superficie de la bola en ese lugar. Esta es la posición en que nos encontramos cuando, á consecuencia del movimiento de la Tierra, nuestro país entra en la luz. En este momento comenzamos á ver el Sol; sus rayos rasan la superficie de la Tierra, y nos parece ver el mismo astro al nivel del suelo. Este momento es para nosotros el de la *salida del Sol*.

Hagamos girar el Sol. Francia llegará frente á la luz. Un hombrecito que imaginaréis colocado en este punto sobre nuestro globo, y que puede representar á cualquiera de vosotros, tendrá la lámpara (ó el Sol) casi encima mismo de la cabeza. Cuando nuestro país ha llegado á semejante posición, el Sol parécenos entonces á su mayor elevación en el cielo: entonces es para nosotros *mediodía*.

Continuad haciendo girar vuestra esfera: en el momento en que el paraje ocupado por Fran-

(*) En el mismo caso, salvó muy escasa diferencia, en determinadas regiones, encuéntrase España.

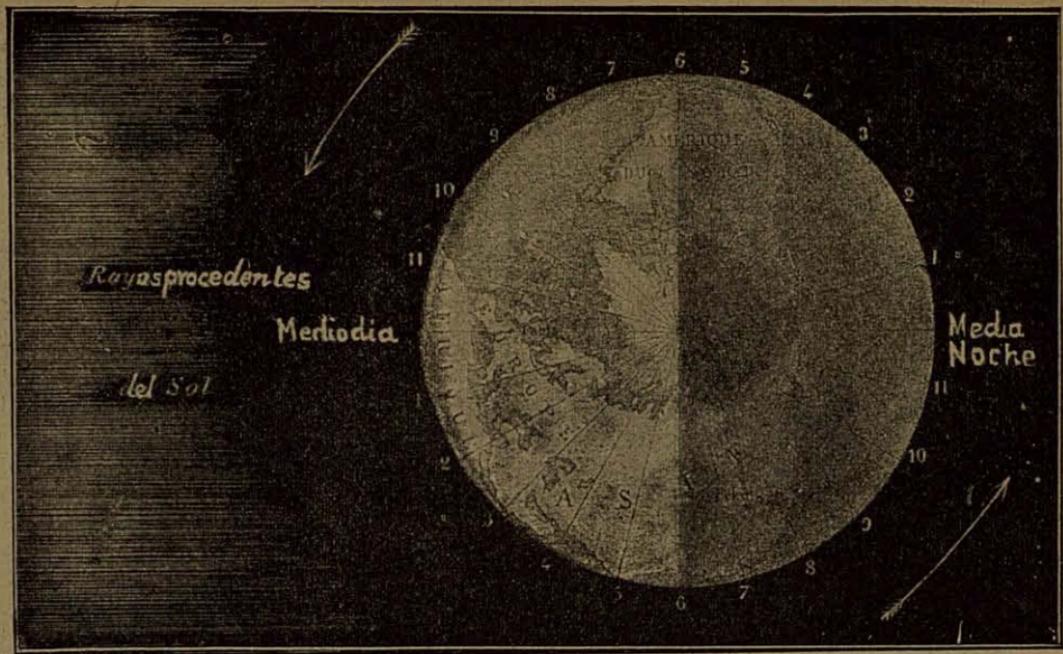


Fig. 24.—Horas diferentes en los diversos lugares de la Tierra, en el momento en que es mediodía en París

cia va á entrar en la sombra, la luz en este punto, no hace más que rasar la superficie. Esta posición nos representa el momento del día en que nuestro país va á entrar en la sombra de la Tierra; los rayos del Sol únicamente nos iluminan rasando el suelo; el mismo Sol parece tocar la Tierra, y va á desaparecer.

Diversidad de horas en las diferentes longitudes.—Buscad en vuestra esfera terrestre, el meridiano que va de un polo al otro atravesando á Francia, y pasando por su capital *París*. Cuando el semicírculo que imaginamos trazado de este modo en la Tierra, está *justamente* en medio del espacio iluminado, frente por frente del Sol, no solamente *París*, sino todos los puntos de la Tierra situados en este mismo semicírculo, tienen al mismo tiempo mediodía. De ahí el nombre de *meridiano*, que significa línea del mediodía.

Todos los puntos de ese mismo meridiano que pasan, pues, á la vez por delante del Sol tienen *mediodía al mismo tiempo*. Pero en tal momento, los otros lugares de la Tierra ó no han llegado aún á esa posición ó pasaron ya por ella. Los diversos puntos de la superficie de la Tierra, no tienen todos, por consiguiente,

la misma hora á la vez. Sólo los situados en el mismo semicírculo meridiano, que tienen mediodía al mismo tiempo, *tienen á la vez la misma hora* durante todo el día. Los situados en puntos distintos tienen otra hora, que es fácil calcular.

Ya sabéis que el *día*, quiero decir el tiempo de la claridad, no tiene siempre la misma duración: en verano los días son largos, y las noches más cortas; en invierno los días son cortos y la noche dura mucho más. Más adelante os explicaremos la causa de esa desigualdad de los días y las noches. Por el momento recordemos que un *día completo*, y tal entiendo ahora el día con la noche que sigue, de una mañana, por ejemplo, á la otra mañana, tiene siempre la misma duración: es el tiempo que la Tierra emplea en dar una vuelta completa. Una hora es la vigésima cuarta parte de un día; luego en una hora la Tierra recorre la vigésima cuarta parte de una vuelta completa. Si imaginamos ahora 360 meridianos separados de grado en grado en torno de la Tierra, en una hora la vigésima cuarta parte de los 360 meridianos, ó sea 15 meridianos habrán pasado frente al Sol. Siendo *mediodía* para un lugar

determinado, sería precisa una hora para que el décimo quinto meridiano á partir de aquél, llegase á su vez ante el Sol. En otros términos: por una diferencia de tiempo de una hora entre dos países, hay que contar 15 de esos grados, llamados grados de *longitud*. Tantas veces 15 *grados de longitud* entre el meridiano que pasa por cierto lugar, y el que pasa por París, tantas horas la diferencia entre el tiempo de aquel país y el tiempo de París. Serán *horas de adelanto*, si tal país está situado al oriente de París y pasa antes frente al Sol; serán *horas de retraso*, si se trata de un país situado al occidente de París, y el cual tendrá mediodía después que nosotros.

Véase nuestra figura que representa la Tierra vista por su polo Norte con meridianos espaciados de 15 en 15 grados: á cada uno corresponde una diferencia de una hora. En esta figura suponemos que en París es mediodía, viéndose inmediatamente qué hora es en los distintos países señalados en esta especie de carta geográfica. Si queréis saber qué hora será en tal lugar para otra hora de París, deberéis hacer vosotros mismos un pequeño cálculo, muy sencillo.

Detengámonos un momento á considerar las consecuencias de lo que acabamos de aprender: son muy curiosas. ¿No es realmente interesante pensar, por ejemplo, que mientras estáis en pleno día, en otros países de la Tierra están acostados, duermen, sueñan? — ¿Y que los habitantes de aquellos países se afanan en trabajar, mientras nosotros dormimos?— ¡Vaya! seguidme en vuestro globo: vamos á hacer un *viaje pintoresco*; la vuelta á la Tierra en algunos minutos—con la imaginación, se entiende.

Supongamos que sea, entre nosotros, casi mediodía; se acaban las clases en las escuelas ó el trabajo en los talleres: va á dar la hora de la salida. Para los pueblos del *Este*, que han tenido mediodía antes que nosotros, el día está más adelantado. Así, en Egipto, hacia el grado trigésimo de longitud *oriental* (dos veces quince grados) son ya las dos de la tarde; mientras en el país de los *tártaros*, á sesenta grados (cuatro veces quince), son las cuatro, y se prepara la comida de la noche.

En la India, en la embocadura del gran río Ganges, son las seis (ochenta grados, seis veces quince). El Sol se pone; sus últimos ra-

yos iluminan la copa de los altos árboles. Del fondo de los juncuales (bosques) surgen las bestias fieras al ponerse el Sol; los elefantes se acercan á beber en el río. Más lejos (buscando el grado 120), nos encontramos en China, en Pekín. Son más de las ocho de la noche; enciéndose una capital de más de dos millones de hombres; mil farolillos de color circulan por las calles. Más lejos aún, y siempre en el mismo momento, la negra noche se extiende sobre el Océano y las islas donde duermen los salvajes en las chozas miserables. Aquí y allá, deslízanse en el mar, en la sombra inmensa, faroles encendidos: son buques que atraviesan aquellos lejanos Océanos. El timonel vela; mira las estrellas y exclama: ¡es *media noche!*— grado ciento ochenta (doce veces quince).

Pero en ese mismo momento en que nosotros nos calentamos bajo la acción del Sol del mediodía, el gran continente de América, situado á *Occidente* de nosotros, aun no ha llegado frente al Sol; justamente empieza á entrar en el espacio iluminado. Para sus habitantes es la mañana. El minero de California apenas ve los primeros resplandores de la aurora (ciento cinco grados de longitud *occiden-*

tal). Pero ya sobre las riberas del Mississipi, ha salido el sol; en las Antillas están en pleno día; en las grandes ciudades de los Estados Unidos, obreros y comerciantes están ya entregados al trabajo, á los negocios (sesenta grados, las siete de la mañana). En la América del Sud, más al oriente, en el Brasil, por ejemplo, son las ocho de la mañana. En medio del Atlántico podríamos encontrar buques viajando entre el antiguo y el nuevo mundo; son para ellos las nueve (cuarenta y cinco grados), y las diez á los treinta grados. Los que regresan á Francia, á su patria, calculan con alegría que la hora, cada vez más cercana de la de París, les señala la proximidad de las costas francesas (quince grados). Una hora antes del mediodía, las once de la mañana; esa es la de los habitantes de Portugal. En fin, hemos de vuelta á Europa, en Francia, en nuestra casa, donde—como nuestro viaje imaginario sólo ha durado algunos instantes—oímos por doquiera los relojes dar las doce.

LECCION QUINTA

LA TIERRA GIRA ALREDEDOR DEL SOL

Apariencias producidas por el movimiento circular.—Imaginad en la llanura una hermosa y extensa pradera: á lo lejos los árboles, los álamos que bordean el río; después las colinas, las casas de las granjas y del pueblo. En el mismo centro de la pradera suponemos que se ha fijado un poste. Si os colocáis frente á él, veréis, en la misma dirección, tras él, los objetos lejanos *delante* de los cuales parece flotando el poste; incluso oculta algunos de esos objetos, los que se encuentran precisamente detrás, en la misma dirección que vosotros y él (fig. 25, porción n.º 1).

Observad ante qué parte del paisaje parece levantarse el poste: observad, por ejemplo, un árbol al cual corresponde un álamo al que oculta á medias (que en nuestro dibujo puede ser el

árbol *A*). Ahora comenzad á dar vueltas alrededor del poste como el caballo las da en el picadero. Apenas habéis dado algunos pasos (n.º 2), y si de nuevo miráis el poste, notaréis que ya no corresponde al mismo punto del paisaje. Hace poco estaba ante el álamo *A*, y ahora parece en la dirección del pueblo; oculta el campanario *B*, y el álamo está muy distante de él. Siempre girando, avanzad aun algunos pasos más (n.º 3), y veréis que ya no corresponde al campanario, sino más allá. Esta vez es una casa, la que, allá á lo lejos *C*, se oculta tras él. ¿Se dirá que el poste ha cambiado de lugar para plantarse sucesivamente frente á esos puntos distintos? Y, en efecto, si continuáis girando lentamente mirando al poste, os parecerá cual si se deslizara ante los objetos lejanos, como si pasara entre éstos y vosotros, ocultándolos unos tras otros. De modo que si dais una vuelta completa, siempre mirándole, os habrá parecido que el poste pasara sucesivamente ante todos los objetos que rodean la pradera, corresponder sucesivamente á todos los puntos del horizonte, exactamente *como si hubiera girado á vuestro alrededor*, para volver á colocarse fren-

te al árbol *A* que ocultaba al principio, cuando habréis regresado al punto de partida (n.º 1).

Os parece que el poste gira á vuestro alrededor precisamente porque corresponde sucesiva-

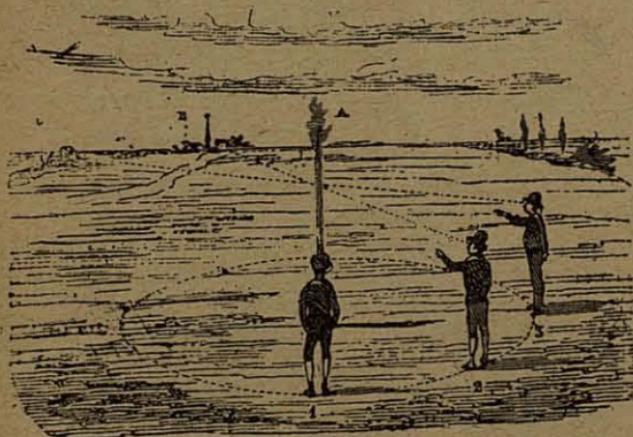


Fig. 25.—Movimiento aparente y movimiento real

mente á los diversos puntos del contorno del horizonte. Esa es otra de las *ilusiones del movimiento*; sois vosotros, por el contrario, los que giráis, los que describís un círculo á su alrededor. El poste sólo tiene la *apariencia del movimiento*; en realidad está inmóvil, siendo vosotros quienes tenéis movimiento real.

Movimiento anual aparente del Sol.—Ahora

bien, hay en el cielo, en el espacio, *objetos lejanos* fáciles de reconocer... ¡las estrellas! Pues bien: se ha observado que el Sol parecía pasar sucesivamente por delante de ciertas estrellas. Un día, por ejemplo, estaba en la dirección de una estrella notable; al día siguiente y en los sucesivos ya no corresponde á esa estrella, parece alejarse de ella cada vez más: corresponde á otra estrella, y por consiguiente á otro punto del cielo. Y así sucesivamente, siempre en el mismo sentido, parece como si *marchara*, de modo que al cabo de un año, después de haber parecido pasar de estrella en estrella, *dando la vuelta al cielo*, ha regresado á la primera. Creeríase pues, á primera vista, que el Sol gira, en efecto, en torno de la Tierra, dando la vuelta en un año. Así se creyó en otro tiempo; pero eso no es sino un *movimiento aparente*, como el del poste en la pradera; en realidad, *es la Tierra quien gira*, quien describe en un año, un gran círculo en el espacio alrededor del Sol.

Movimiento anual de la Tierra.—Representamos ese movimiento por una figura (fig. 26).

El Sol está indicado en el punto *S*, á cuyo alrededor un círculo indica el camino que la

Tierra, *T*, describe en el espacio. Más allá, imaginémonos las estrellas. Cuando la Tierra se halla en el punto señalado *1*, por ejemplo, el Sol se encuentra en la dirección de la es-

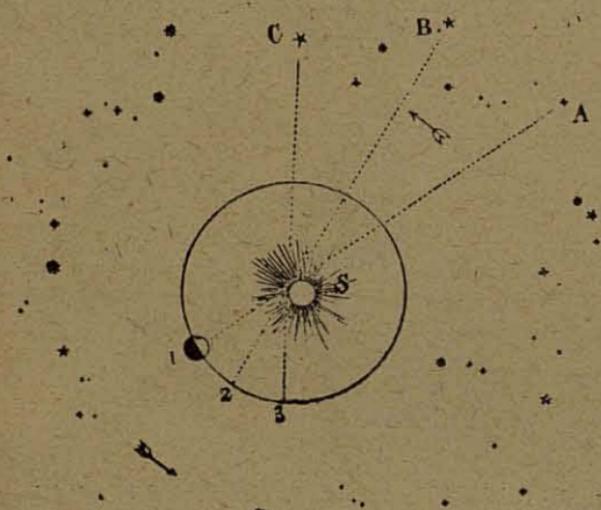


Fig. 26.—Movimiento real de la Tierra y movimiento aparente del Sol

trella *A*. La Tierra avanzando en el sentido marcado por la punta de la saetilla, llega al punto *2*: el Sol ya no se encontrará entonces frente la estrella *A*, sino en la línea de la estrella *B*. Cuando la Tierra habrá llegado al n.º *3*, el Sol parecerá corresponder á la estrella *C*.

De modo que á medida que la Tierra avanza en su círculo, el Sol parece retroceder de estrella en estrella. El *movimiento aparente* es el del

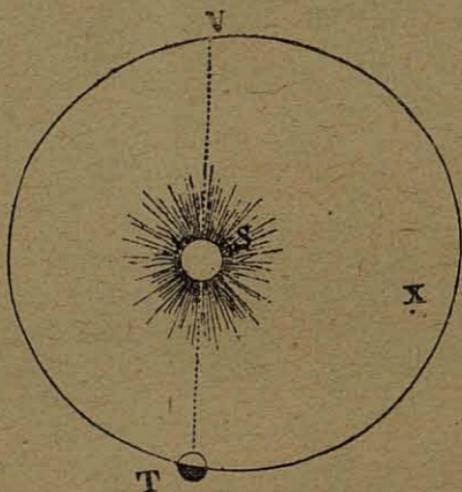


Fig. 27.—Órbita de la Tierra. *T*, Tierra; *S*, Sol; *TV*, diámetro de la órbita; *TS*, distancia de la Tierra al Sol

Sol; la Tierra tiene el movimiento real. Ella es la que *avanza*: el Sol parece *retroceder*.

Si ahora me preguntáis cómo puede saberse á qué estrella corresponde el Sol, pues de día, cuando el Sol es visible, no pueden verse las estrellas por estar eclipsadas por la claridad de aquél, os contestaré que obsérvanse real-

mente las estrellas cuando el Sol está oculto; pero calculando cuánto ha descendido el Sol bajo el horizonte, puede saberse á qué estrella correspondía durante el día.

¿Hay completa seguridad de que es la Tierra quien gira de esta suerte, con movimiento circular, alrededor del Sol? Sí, hay seguridad de ello. Hay pruebas *ciertas*, que ahora tal vez no comprenderéis, pero de las cuales hablaremos más tarde. Pronto sabréis también que la Tierra no es el único globo que gira de la manera descrita: veréis que hay otros globos á ella semejantes, que se ven girar asimismo en torno del Sol. Y entonces veréis que lo asombroso y extraordinario sería que mientras los demás globos á ella semejantes describieran, *todos*, círculos alrededor del Sol, únicamente la Tierra, por excepción, estuviera inmóvil en el espacio.

«Pero, objetaréis tal vez, habéis dicho que la Tierra giraba *sobre sí misma*, y ahora, he aquí, que gira *alrededor del Sol*...»—; Indudablemente! pero lo uno no impide lo otro. Ved una peonza: gira rápidamente, y al propio tiempo describe lentamente grandes círculos en el suelo; tiene *ambos movimientos á la vez*.

Lo mismo ocurre con la Tierra: gira sobre su eje, mientras viaja á través del cielo haciendo un camino circular. Da una vuelta sobre sí misma en *un día*; en *un año* realiza su movimiento de *revolución* alrededor del Sol. Esto quiere decir, puesto que un año tiene 365 días, que mientras recorre su gran círculo, tiene tiempo de dar 365 vueltas.

La gran curva que imaginamos en el espacio para indicar el camino que sigue la Tierra, llámase *órbita* de la Tierra. Esta órbita, este camino, no es absolutamente un círculo. Es una *elipse*, es decir, una especie de óvalo, alargado en un sentido y más estrecho en otro. Pero la elipse que sigue la Tierra es escasamente alargada, de suerte que difiere muy poco de un verdadero círculo. Además, el Sol no se halla completamente en el *centro*, justamente en el *medio* de esta inmensa curva, sino más cerca á un lado que á otro.

Y ahora ¿queréis tener una idea del camino que hace la Tierra?

Sabed desde luego que nuestro globo está á 37 millones de leguas (149 millones de kilómetros) del Sol (distancia figurada de *S* á *T* en la fig. 27). Distancia enorme, inmensa, que

comprenderéis mejor cuando procuremos haceros juzgar de ella por medio de algunas comparaciones. El *diámetro de la órbita*, es decir, su medida de una á otra parte (de *T* á *V*), es, pues, el doble: unos 296 millones de kilómetros. Y el contorno de la curva es aun *más del triple* del diámetro, lo cual suma poco más ó menos 900 millones de kilómetros y exactamente 936 millones que recorre en un año. Tal cantidad de millones nada os dice ¿no es cierto? Procuremos sin embargo comprenderlo.— La Tierra recorre como hemos dicho tan larga ruta en un año, es decir, en 365 días; en un día será 365 veces menos; en una hora 24 veces menos que en un día; en un minuto 60 veces menos que en una hora; en un segundo, 60 veces menos que en un minuto. Hágase el cálculo, y se verá que la Tierra recorre casi 30,000 metros (29,450) por segundo: ¡mil veces la velocidad de un tren!

¿Queréis representaros tal espectáculo, en la imaginación, se entiende? Figuraos, pues, que os halláis colocados en el espacio, en un punto cercano á la órbita, es decir, cerca del camino invisible por donde debe pasar la Tierra, como nos colocamos junto á la barrera para ver pa-

sar el tren. Coloquémonos únicamente en el interior de la curva (por ejemplo en el punto X), para dar la espalda al Sol, á fin de que no nos deslumbre. Enfrente de nosotros, á nuestro alrededor, el espacio está negro como la noche: vemos las estrellas. La Tierra está lejos aún; la distinguimos como una estrella insignificante, que confundiríamos fácilmente con las otras si no lo supiéramos. Brilla porque está iluminada por el Sol, y transmite su reflejo hasta nuestros ojos. Pero parece moverse entre las estrellas inmóviles. Poco á poco, lentamente, se aproxima, se agranda.

Digo *lentamente*, porque está aún tan lejos, que no puede juzgarse de su velocidad: así también, el *tren expreso* más rápido parece avanzar lentamente cuando se le ve llegar desde lejos. Después, la Tierra aumenta, aumenta cada vez más: se vuelve tan ancha como la Luna. Y entonces, cada vez más rápidamente, se agranda aun, se hincha como un globo, se vuelve monstruosa, inmensa, inmensa hasta el extremo de ocultar todo el cielo, y más rápida que cien veces una bala de cañón, llegando del fondo del espacio, pasa como un vértigo...

Apenas tenemos tiempo de ver sus continentes, sus mares, de reconocer que mientras se desliza gira... Ya ha pasado; y he aquí que disminuye, se empequeñece, se aleja, y va hundiéndose en la profundidad del espacio infinito.

¡Y pensar que también nosotros viajamos de esta suerte, arrastrados por esta bola en su movimiento espantoso, dando remolinos y rodando á través del espacio! ¿No es cierto que esto es capaz de trastornar la cabeza? Y, sin embargo, espero que esta vez no preguntaréis ya «cómo es posible que la Tierra haya sido lanzada con tal velocidad y nosotros con ella, pues no nos damos cuenta de nada y nos sentimos inmóviles».

Ahora ya podéis responder á los demás si os hacen tal objeción, «que ello ocurre porque todo cuanto nos rodea, todos los objetos terrestres son arrastrados en el mismo movimiento». Y sacaréis en seguida á colación el *coche cerrado*.—«Pero cuando miramos los objetos que no se mueven con nosotros, ¿deben parecer que se mueven en sentido contrario?»—«Sin duda, diréis entonces; y eso es precisa-

mente lo que ocurre cuando miramos al Sol, que nos parece retroceder de estrella en estrella á medida que la Tierra avanza en su órbita».



LECCION SEXTA

LOS CLIMAS Y LAS ESTACIONES

Diferencia de los climas.—Ya sabéis ahora cómo, circulando en el espacio alrededor del Sol, la Tierra recibe de éste el calor y la luz; cómo su movimiento de *rotación* sobre sí misma produce la alternativa del día y de la noche. Pero, ¿por qué todos los parajes de la Tierra no están igualmente caldeados por el Sol? Y ¿por qué en un mismo lugar, tenemos alternativamente en el curso del año calores y después fríos; ora días largos y cálidos, ora días cortos y fríos?

Porque la *Geografía* os ha enseñado que todos los países de la Tierra no tienen el mismo clima. Habéis oído hablar de los *países cálidos*, donde el Sol es ardiente; donde no hay invierno; donde los árboles siempre tienen hojas; donde maduran los frutos más dulces,

que en ninguna parte maduran bajo nuestro cielo. Y se os ha hablado también de esas regiones heladas donde el mismo mar está helado; donde el estío es lo que para nosotros el invierno; donde casi ninguna planta, casi ningún animal pueden vivir. En fin, sabréis que hay países templados como el nuestro, donde el calor no es tan extremo como en países cálidos, ni el frío nunca tan excesivo como en las regiones heladas. ¿De dónde proceden tales diferencias?

Origen de los climas.—Echemos otra vez mano de nuestra lámpara y de nuestra bola atravesada por la aguja de hacer calceta. Ponedla, como antes, de cara á la luz, de tal manera que el punto en que la aguja atraviesa la bola se encuentre en el límite de la luz y la sombra. Observad ahora que hacia los bordes del círculo de sombra y de luz, los rayos de la lámpara llegan sólo rasando la superficie, como huyendo, deslizándose á lo largo. Por el contrario, en el mismo centro del espacio iluminado, dan de lleno, y, en fin, en los puntos situados entre ambos llegan más ó menos oblicuamente.

Ahora bien, estudiosos lectores, allí donde

la luz no hace más que rasar la superficie de un objeto, donde se desliza oblicuamente, ilumina mucho menos vivamente, que donde da de lleno. Podéis verlo en la misma bola: los bordes del lado luminoso, hacia el límite de la sombra, están mucho menos alumbrados que el medio.—Lo mismo puede decirse por lo que al calor se refiere.

Haced girar ahora suavemente la bola sobre su eje en esta posición, y reconoceréis que los puntos situados hacia el *ecuador* de la bola (á igual distancia de ambos polos) atraviesan el espacio iluminado por el punto en que la luz es más viva, y en el momento de su paso son iluminados á plomo por los rayos de la lámpara. Los puntos situados cerca de la aguja, por el contrario, sólo atraviesan los bordes del espacio iluminado, y jamás reciben la luz como no sea oblicuamente y rasando casi los rayos la superficie en aquellos puntos.

Representémonos ahora nuestro globo girando frente al Sol en una situación parecida. Todos los puntos de su superficie vienen sucesivamente, al girar, á presentarse al Sol, á caldearse y á iluminarse; pero no todos igualmente. Los puntos situados frente al Sol reci-

ben á plomo sus rayos, que alumbran y calientan intensamente el suelo y el aire. En ambos polos, por el contrario, sólo llegan muy oblicuamente rasando la superficie. Por otra parte ya habéis notado que por la mañana, al salir el Sol, ó por la noche, en su ocaso, cuando sus rayos casi rasan el suelo, el día no es tan vivo ni el calor tan ardiente como por la mañana, cuando los rayos del Sol caen desde lo alto, casi á plomo sobre nuestras cabezas. Al girar, todos los puntos situados en el ecuador atraviesan el espacio más fuertemente caldeado, y mientras lo atraviesan, es decir durante medio día, reciben de lleno las oleadas de luz y calor. Las regiones vecinas del ecuador serán, pues, las más cálidas de la Tierra. Por el contrario, los países cercanos á los polos, sólo atraviesan los bordes del espacio alumbrado, y durante su paso reciben muy oblicuamente, muy débilmente la luz y el calor del Sol. Tendremos, pues, alrededor de ambos polos los países del frío, las regiones heladas. —Entre las regiones ardientes del ecuador y las muy frías de los polos, extiéndense á cada lado del ecuador, como dos *bandas* de países *templados*, donde los rayos del Sol, cayendo

más ó menos oblicuamente, dan un calor medio.—Tal es desde luego la causa de esas diferencias de calor que producen *la diversidad de los climas*.

Oblicuidad del eje de la Tierra.—Si la Tierra girara enfrente del Sol siempre y exactamente en la posición que hemos supuesto hasta el presente, los diversos países de la Tierra tendrían realmente climas distintos, pero en cada punto sería la temperatura siempre la misma. En todo el año no habría ni tiempo frío ni tiempo caliente: en una palabra, no habría *estaciones*. Además, cuando el círculo límite de la sombra y de la luz pasa por los dos polos, todos los puntos de la superficie, hacen al girar exactamente la mitad de la vuelta en la sombra, y la otra mitad en la luz. Estando situada la Tierra enfrente del Sol de modo que le presenta sin cesar, circulando á su alrededor, su ecuador, siempre habría así entre nosotros, como en los demás países doce horas de día y doce de noche; en otros términos, los días serían siempre iguales á las noches en toda la Tierra.

Pero, como ya sabéis, no es así. Tenemos diversas estaciones, días largos en verano y

cortos en invierno. ¿Cuál es, pues, la causa de ello?

Ello se debe á que la Tierra al circular en torno del Sòl avanza no *derecha*, sino *inclinada*.—Quiero decir que su *eje* está *inclinado*, oblicuo.

Ved una peonza dando vueltas en el suelo: en ciertos momentos está inclinada; su *eje de rotación* (desde la punta hasta la cabeza) está inclinado; eso puede ayudaros á imaginaros la posición del eje de la Tierra. Sólo que la peonza se balancea al girar, en tanto el eje de la Tierra está siempre inclinado y del mismo lado, es decir, hacia el mismo punto del cielo. La figura 28 nos lo hará comprender mejor. Representa la Tierra en varias posiciones sucesivas de su camino anual. Pero advertid que ha sido preciso dibujar la Tierra mucho mayor, mayor en proporción del Sol y demasiado cerca de este astro, sin lo cual hubiera sido tan pequeña en el dibujo que no habríais podido distinguir su posición. Se ha representado además por líneas la dirección del eje *suponiéndolo prolongado*, á fin de mostrar mejor hacia qué parte se inclina.

Resulta de esta posición inclinada que la Tie-

rra no se presenta siempre igual de cara al Sol. En el punto *E*, por ejemplo, el polo Norte *n*, el más cercano á nosotros, se encuentra inclinado hacia el Sol; por el contrario, en el

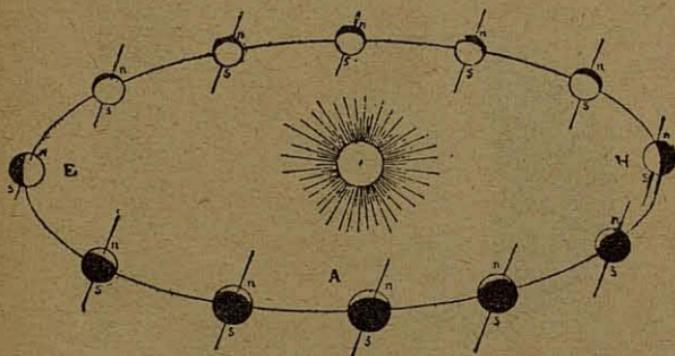


Fig. 28.—Oblicuidad del eje de la Tierra. Las letras *n* y *s* indican el polo norte y el polo sur de la Tierra en sus diferentes posiciones.

punto *H*, en el otro extremo de la órbita, el polo Norte está siempre inclinado del mismo lado; pero se encuentra entonces que ese lado está en la parte *opuesta* al astro, mostrándose al Sol el polo Sud *s*. Luego sin balancearse, permaneciendo, por el contrario, siempre inclinado en la misma dirección, la Tierra circulando alrededor del Sol, preséntale oblicua-

mente ya un polo, ya otro. Veamos algo detalladamente lo que de esto resulta.

Las estaciones. Desigualdad de los días y de las noches.—Véase la figura 29, dibujo más ampliado de la posición de la Tierra cuando

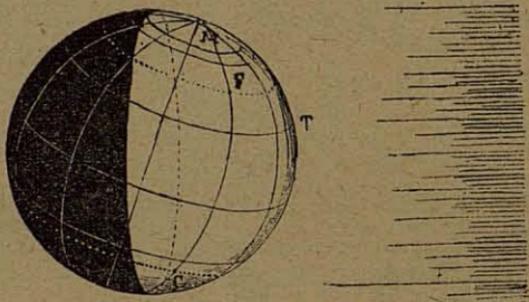


Fig. 29.—Posición de la Tierra frente al Sol en el Solsticio de verano

está en el punto *E* en la figura 28. Entonces inclina hacia el Sol su polo Norte. Todo el *hemisferio Norte* recibe, pues, directamente y con más amplitud los rayos del Sol; por lo tanto, se calienta más. Además, el círculo de sombra y de luz no pasa ya por los polos, y no abarca ya igualmente ambos hemisferios; deja en la luz un espacio mayor en el hemisferio *Norte*, el nuestro, y un espacio menor en el hemisferio opuesto.

Observad ahora un punto de nuestro hemisferio: el punto *F*, por ejemplo, que nos marca la posición de Francia. Al girar este punto pasa aún alternativamente por el espacio obscuro y por el espacio alumbrado. Pero en el

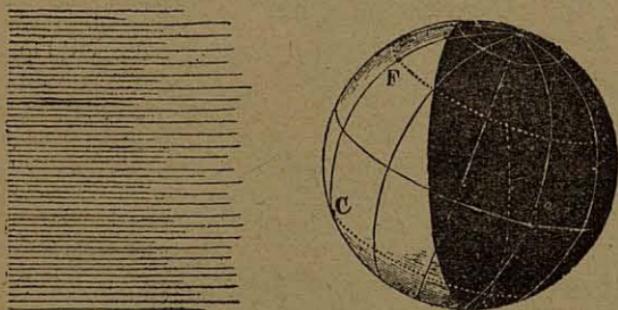


Fig 30.—Posición de la Tierra frente al Sol en el Solsticio de invierno

círculo que describe, en la vuelta que da (sólo veis la mitad de la figura), la mayor parte está en la luz; sólo la menor está en la sombra. En esta posición de la Tierra, nuestro país tendrá, pues, luz durante más largo tiempo, y durante un tiempo menor, obscuridad. Tendremos los días largos y las noches cortas.

Ahora bien, el día es el tiempo en que la Tierra y el aire se calientan por el calor del

Sol; la noche, el tiempo en que se enfrían. Durante la estación de los días largos, teniendo nuestro país más tiempo para calentarse bajo la acción del Sol, y menos para enfriarse, cada día se caldea más. Pero hemos observado por otra parte que los rayos del Sol caen entonces menos oblicuamente. Es el momento del año en que el Sol parécenos ascender más alto en el cielo y derrama sobre nosotros sus rayos menos oblicuos y más ardientes. Por esas dos razones la época de los días más largos es al propio tiempo la del calor más intenso. Es el *estío* ó *verano*, la *estación cálida* para nosotros y todos los países situados en el hemisferio Norte.

Pero en este mismo momento prodúcese un efecto contrario para los países situados en el otro hemisferio. Ved, por ejemplo, el punto *C* que marca la punta Sud del Africa (el Cabo). Del círculo que ésta punta describe en su vuelta diaria, la mayor parte está en la sombra y la menor en la luz. Este país tendrá claridad durante menos tiempo, y tinieblas durante un tiempo mayor: es para él el tiempo de los días cortos y de las largas noches. Durante ese día más breve, el suelo y el aire tendrán menos

tiempo para calentarse al Sol y mucho más para enfriarse de noche: vuélvense cada vez más fríos. Además, es el momento en que los rayos del Sol caen más oblicuamente en aquella parte de la Tierra y producen en ella menos

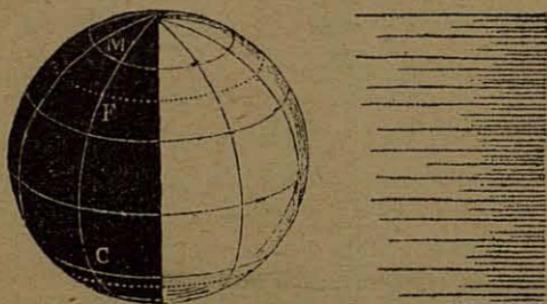


Fig. 31.—Posición de la Tierra frente al Sol en el equinoccio de primavera. Los puntos *M*, *F*, *C* y los demás de la Tierra pasan igual tiempo en la sombra y en la luz.

calor. Por consiguiente, mientras nosotros tenemos los días largos y calor, los habitantes de aquel país tienen fríos y días cortos; mientras enjugamos el sudor de nuestras frentes y hacemos la vendimia, la nieve cubre el suelo allá abajo. Para ellos y para todos los países del hemisferio Sud, es la *estación del frío*.

Pero así es también para cada uno de los demás, cuando les toca el turno. He ahí re-

presentada (fig. 30) la posición de la Tierra cuando ha llegado al punto opuesto de su órbita, en *H* (fig. 28). El eje está aún inclinado en el mismo sentido, como podéis ver, pero los rayos vienen del lado opuesto. Entonces es el polo Sud el que se inclina hacia el Sol y se calienta durante más largo tiempo. Los puntos de dicho hemisferio están más tiempo en el espacio iluminado que en el oscuro: tienen los días largos, y el polo Norte inclínase entonces hacia el lado del frío y de la noche, opuesto al Sol. El punto *F*, Francia, da la mayor parte de la vuelta en la obscuridad; tenemos pues, los días cortos. El Sol parece ascender á menor altura en el cielo, nos envía sus rayos más oblicuamente, y el aire y el suelo enfríanse en la larga duración de las noches. Es el *invierno*, la estación triste y helada... para nosotros, pues los habitantes del otro hemisferio están entonces en el tiempo del calor y de los días hermosos. Entre esas posiciones extremas de la Tierra en los dos puntos opuestos de su órbita, hay, naturalmente, posiciones *intermedias*; la Tierra pasa de una á otra gradualmente. Así, en el punto *P* (fig. 28) de su órbita, la Tierra, con su eje inclinado siempre hacia la

misma parte se encuentra sin embargo colocada de tal manera, que el círculo de sombra y de luz pasa exactamente por ambos polos, y el Sol se encuentra exactamente frente al ecuador. En este momento del año ocurrirá,

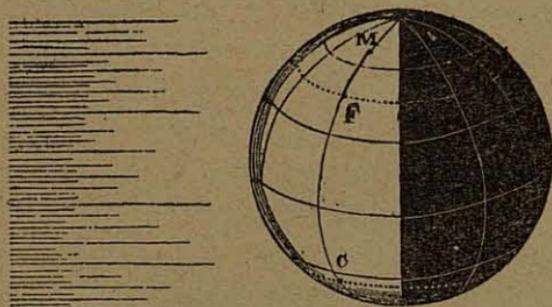


Fig. 32.—Posición de la Tierra frente al Sol en el equinoccio de otoño. Los puntos *M*, *F*, *C* y los demás de la Tierra pasan igual tiempo en la luz.

pues, como ya hemos explicado, que los días serán iguales á las noches en toda la Tierra, y que la temperatura será *para nosotros*, menos cálida que en el *verano* que se acerca, y más cálida que en el *invierno* que acaba de pasar: es decir, que entonces tenemos *primavera*, la alegre estación de las flores en nuestros países.

En el punto opuesto, en *A* (fig. 27), pa-

sando aún por los polos del círculo de sombra y de luz, hay igualdad de días y de noches, la misma benignidad en la temperatura; sólo que entonces la Tierra dirígese hacia el invierno, es el *otoño*, estación para nosotros, de los frutos y de las vendimias. En fin, como la Tierra pasa gradualmente de una de esas cuatro posiciones á la otra, es evidentísimo que del invierno al verano nuestros días irán aumentando insensiblemente, é insensiblemente decreciendo desde el verano al invierno: lo contrario se verifica en el otro hemisferio.

LECCION SEPTIMA

CÍRCULOS Y ZONAS TERRESTRES

Equinoccios y solsticios.—Trópicos.—Para formarse mejor idea de esos efectos, á fin de poder calcular exactamente, ha sido preciso examinar con sumo cuidado esas posiciones de la Tierra. Volvamos aún por un instante á la figura 29 que nos representa nuestro polo *boreal* (el polo Norte) inclinado hacia el Sol.—¿Cuál es el punto en que los rayos del Sol caen exactamente á plomo sobre la superficie del globo, en la posición inclinada? Es el punto *T* (en la línea que va desde el centro de la Tierra y rectamente hacia el Sol). Imaginemos un círculo trazado por este punto, *paralelo* al ecuador (es decir, á la misma distancia del ecuador en todas partes). En el tiempo de una vuelta completa, todos los puntos de este círculo pasarán sucesivamente bajo este rayo del Sol que

cae á plomo sobre el globo. Aquel día, pues, los habitantes de los lugares situados sobre el círculo referido verán sucesivamente, cada cual á la hora de su mediodía, el astro *verticalmente* sobre sus cabezas. Es el día en que para nosotros el Sol, que cada día parecía elevarse en el cielo algo más arriba que en la víspera, parece *detenerse*, es decir, cesar de subir. Esta posición de la Tierra llámase *solsticio de verano*, pues la palabra *solsticio* significa *parada del Sol*. Por lo tanto, el día en que la Tierra llega á él, es el día del *solsticio de verano*; es el día 21 de junio, el *día más largo del año*, tanto para nosotros como para los habitantes del *hemisferio boreal*. El *círculo paralelo* frente al que se encuentra el Sol en aquel momento, llámase el *trópico*, es decir, *círculo de retorno* (trópico boreal).

En efecto, desde el día siguiente, el Sol parece que sólo alcanza en el cielo, á mediodía, una altura menor, y en adelante cada día descende más y más. También, para nosotros, menguan los días á partir de este momento. Cuando la Tierra ha recorrido sobre la *cuarta parte* de su órbita, tres meses después, *el 21 de septiembre*, presenta exactamente, como he-

mos dicho, su ecuador á los rayos perpendiculares del Sol. De día todos los puntos del ecuador tienen el Sol sucesivamente, cada cual á la hora de su mediodía, en la dirección vertical; ese día es, para toda la Tierra, igual á la noche siguiente: el Sol sale en todas partes á las seis de la mañana y se pone á las seis de la tarde. He ahí porque esa posición de la Tierra llámase *equinoccio*, es decir, *igualdad de la noche* (con el día).

El 21 de septiembre es el día del *equinoccio de otoño*. A partir de este momento, el Sol continúa pareciendo que desciende y los días disminuyen: es el invierno que se viene encima. El momento en que la Tierra ocupa la posición exactamente opuesta al *solsticio de verano*, se llamará, por una razón semejante, *solsticio de invierno*. Los puntos que tienen en tal día el Sol *vertical* á mediodía, forman asimismo un círculo paralelo al ecuador, en el *hemisferio Sud*, y á este círculo le llamaremos el *tropico austral*. Es el 21 de diciembre, en que la Tierra llega á la posición que acabamos de indicar; es, para nosotros, el día más corto del año. Desde el día siguiente, el Sol empieza su *regreso*, es decir, parece que cada día se

remonta más en el cielo, volviendo los días á alargarse. En fin, tres meses después, *el 21 de marzo*, la Tierra está frente del lugar que ocupaba en el *equinoccio de otoño*; el Sol pasa aquel día, en el tiempo de una vuelta completa, verticalmente sobre todos los puntos del ecuador; el día es igual á la noche siguiente para toda la Tierra: es el *equinoccio de primavera*.

Ecuador.—Hemos de hacer aún, una observación importante. Cualquiera que sea la posición de la Tierra frente al Sol, ya se incline hacia uno ú otro de sus polos, *siempre* el círculo límite de la sombra y de la luz corta al *ecuador* en dos partes iguales. Síguese de aquí que los países situados á lo largo de esa línea, siempre dan exactamente la mitad de la vuelta *diurna* en la sombra, y la otra mitad en la luz: es decir, que tienen todo el año *los días iguales á las noches*. Por eso se llama círculo *ecuador*, que quiere decir precisamente círculo de igualdad (véase la figura 33).

Duración del día más largo en las diferentes latitudes.—A medida que nos alejamos del ecuador para acercarnos á los polos, va aumentando la diferencia entre el día más largo del año y el más corto. Entre nosotros, por

ejemplo, el día más largo del verano tiene unas 16 horas (desde las 4 de la mañana hasta las 8 de la noche); el día más corto del invierno sólo tiene 8 horas (desde las 8 de la mañana hasta las 4 de la tarde); la diferencia, pues, es del doble. En Escocia, más cerca del polo, la diferencia será aún mayor; el día más largo es allí de 18 horas y el más corto sólo de 6. ¿Y más allá? ¿en las cercanías del polo? ¡Ah! allí prodúcese un efecto tan curioso, tan extraordinario, que es de absoluta necesidad que os lo explique.

Largos días y largas noches polares.—Observad desde luego que el día del solsticio de verano, el borde del círculo de sombra y de luz deja completamente libre un gran espacio alrededor del polo (véase la figura 33). Tracemos en el globo la línea de los puntos que al pasar, rasan únicamente el borde de la sombra: resultará un círculo paralelo al ecuador (pero mucho más pequeño) al cual llamaremos *círculo polar*, porque rodea el polo. Ninguno de los puntos de este espacio que rodea al polo, entrará, pues, aquel día en la sombra al dar la vuelta: *no habrá noche para ellos*.

Escojamos ahora por ejemplo un punto *M*

situado á medio camino á corta diferencia entre el borde del círculo polar y el polo (fig. 29). Aquel punto que gira en aquel momento permaneciendo siempre en la luz, tiene días y más días sucesivos *sin noche ninguna*. ¿Cuándo tendrá noche? Cuando el borde de la sombra, que paulatinamente avanza (por cambiar la Tierra de posición) le toque y le cubra al pasar. A partir de tal momento pasará por la sombra á cada vuelta; tendrá días y noches, pero cada vez más largas. Pero he aquí que pronto la sombra alcanza el polo: es el equinoccio, y más pronto aún, invadiendo sin cesar, encubre el espacio que le rodea. En fin, cúbrelo por completo en el solsticio de invierno (fig. 30), y entonces ese punto y todos los situados entre el círculo polar y el polo giran en la sombra, sin atravesar la luz. Ya no hay más día... y transcurrirán semanas y meses enteros en la noche.

En el mismo punto del polo, hay seis meses día y seis meses noche, pues desde el equinoccio de primavera hasta el equinoccio de otoño el polo está siempre alumbrado, y la otra mitad del año siempre en la sombra.—; Pero nadie vive allí!

Con todo, ha sido posible aproximarse allí. Figuraos uno de aquellos extremos parajes situado en el interior del *círculo polar*: *Groenlandia*, por ejemplo (buscadla en la esfera).— Durante meses enteros el viajero que allí se estaciona no ve ponerse el Sol. El astro elé-

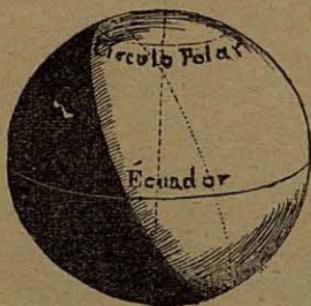


Fig. 33.—El Círculo polar y ecuador

vase muy poco en el cielo y da la vuelta entera á muy corta distancia sobre el horizonte sin descender bajo el nivel del mismo. En la hora en que todos dormís, se ve, casi rasando el mar, el disco del Sol, brillando con luz viva y penetrante, pero blanca y fría como la claridad de la Luna: es *el sol de media noche*.

Durante tan prolongado día los rayos del Sol son siempre muy oblicuos y envían muy es-

caso calor. Por lo tanto apenas se licúan las nieves del invierno; algunas hierbas, algunas matas rastreras verdean en el suelo libre.— Pero he aquí que un día el Sol, en el punto más inferior de su carrera, parece rasar el horizonte y después levantarse oblicuamente. Desde el día siguiente húndese un poco, y en adelante cada vez más. Hay una noche corta que aumenta cada día, luego se hace igual al día (equinoccio), pero entonces la luz del astro raso muy oblicuamente la Tierra, el calor disminuye y el frío vuelve. Y siempre las noches van alargándose mientras los días menguan.

En fin, llega un día en que el Sol sólo muestra el borde de un disco por encima del horizonte durante algunos instantes: luego vuelve á hundirse... Al día siguiente ya no se muestra más.—A mediodía, hacia el Sud, vese tan sólo un resplandor pálido que va extendiéndose cual si fuera á aparecer el Sol; pero el resplandor se apaga, y vuelve la noche oscura. ¡ Es la gran noche de invierno; que dura varios meses! ¡ Figuraos, si podéis, esa larga y triste noche, que parece que jamás debe acabarse! En el mismo mediodía, sobre vuestras cabezas, el cielo está negro y brillan las estrellas. El frío

es terrible, casi mortal. La nieve cae, y cae sin cesar formando montañas; todo está helado, ríos, lagos, y el mismo mar. ¡Ay! ¿cuándo volveremos á ver el Sol?—¡Hasta la primavera siguiente!

En el polo opuesto de la Tierra, el *círculo*

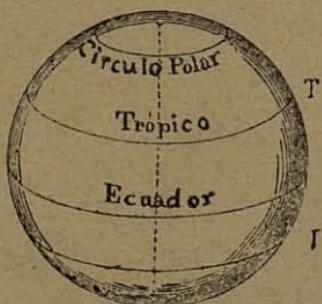


Fig. 34.—Círculos y zonas. El Círculo T, es el trópico del hemisferio Sud: el círculo polar del Sud no es visible en esta porción de la esfera, inclinado para mostrarnos el polo Norte.

polar austral indica, asimismo, el límite de las largas noches y de las regiones heladas. Sólo que las estaciones son allí *inversas*, por la razón que ya conocéis.

Zonas.—La ancha faja de tierra que se extiende á ambos lados del ecuador entre los dos *trópicos*, formando alrededor del globo como un amplio cinturón, comprende los países

más cálidos, y llámase *zona tórrida* ó ardiente. *Zona* significa faja. Entre el trópico y el círculo polar, en cada hemisferio, se extienden las dos *zonas templadas*; alrededor de ambos polos las dos *zonas glaciales*. Adviértase bien que la diferencia de los climas no está claramente indicada por los *círculos* que hemos imaginado: así, en la *zona templada* los países más cercanos á los trópicos tienen un clima más cálido; las regiones que más se aproximan al círculo polar tienen un clima más riguroso.— La hermosa Francia, así como los países que con ella confinan, están situados hacia la mitad de la *zona templada*, en la región ni muy fría ni muy ardiente, la más favorable para el *trabajo* y la *civilización* y á sus habitantes corresponde sacar partido de esta ventajosa posición para hacer por medio del trabajo, la instrucción y la virtud, naciones florecientes dignas de servir de ejemplo á las demás.

LECCION OCTAVA

EL SOL

Aspecto del Sol á simple vista.—En los días despejados el Sol es tan deslumbrador que no podéis mirarle frente á frente; pero á veces, cuando el cielo está cubierto de brumas, ó bien cuando el astro parece hundirse en su ocaso en los vapores de la tarde, su brillo es tan débil que podemos mirarle sin temor. Diríase que es un círculo de fuego. Es esta *apariencia de círculo* que se llama *disco* del Sol. A primera vista podría imaginarse que el Sol es, en efecto, *redondo y plano*, cual una galleta ó una moneda. Pero eso no es más que una *apariencia*; en realidad el Sol tiene la forma de una esfera, como la Tierra.

¡ Pero qué esfera! ¡ Qué inmenso globo! ¡ Qué espantosa bola de fuego! Sin embargo, diréis, á nuestra vista no parece muy grande. Su disco

nos parece tan sólo de la amplitud de la Luna llena. Si el globo del Sol es tan enorme, ¿por qué, pues, no ocupa más lugar en el espacio?— Es que está muy lejos de nosotros.

Dimensión aparente de un objeto lejano.— ¿No habéis observado cuánto un objeto lejano parece empequeñecido, por la distancia? Este libro, por ejemplo, que tenéis en la mano, os parece de cierto tamaño: si estuviera tan sólo á cien pasos de vosotros, os haría el mismo efecto que un puntito blanco en el suelo; á medio kilómetro ni siquiera podríais distinguirlo.—Un hombre que veis andar á lo lejos en el camino os parece del tamaño de una hormiga; la aguja de un campanario os parece como un alfiler á la distancia de un legua. Hasta una montaña, en el horizonte, tiene la apariencia de un pequeño montículo de tierra y os parece que podríais subirla de cuatro zancadas... pero si llegarais á su falda, é intentarais subirla, entonces tendríais una idea justa de su altura y de su masa.—Y lo mismo puede decirse de todo objeto lejano: cuanto más lejos está más pequeñas son sus *dimensiones aparentes*.

Distancia del Sol á la Tierra.—Pues bien:

de aquí al Sol hay una distancia inmensa, espantosa: hay 149 millones de kilómetros. Haciendo su gran viaje de un año alrededor del Sol, nuestra Tierra, según hemos dicho, mantiénese siempre *casi* á la misma distancia, ya acercándose un poco, ya alejándose un poco más.—¡ 149 millones de kilómetros! *Mil veces mil ciento cuarenta y nueve kilómetros!* ¿Podéis formaros una idea de esta distancia? Si una distancia de sólo cuatro mil kilómetros es ya algo que supera á vuestra imaginación, aquellos números no os dicen más que «es muy lejos, muy lejos...»

Intentemos forjarnos una idea lo más clara posible de esta enorme distancia por medio de algunas suposiciones. Imaginemos, por ejemplo, un ferrocarril que vaya de aquí al Sol; un tren expreso lanzado á toda velocidad, sin pararse noche ni día... Pues bien, necesitaría este tren *doscientos años* para llegar al Sol. Si partiera al mismo instante de la llegada, hasta al cabo de *cuatro siglos* no estarían de vuelta los viajeros para traernos noticias del Sol... Huelga deciros que nuestros viajeros son imaginarios como el mismo viaje. ¡Ten-

drían tiempo de vivir y morir seis veces por el camino!

Suponiendo una bala de cañón lanzada hacia el Sol, franqueando ésta un kilómetro en dos segundos, ¿si pudiera continuar su camino sin pararse jamás ni perder su velocidad emplearía aún cerca de diez años para llegar al Sol. Y ahora reflexionad: para que á semejante distancia el Sol nos parezca del tamaño que se ofrece á nuestros ojos, es preciso que sea muy grande en realidad ¿no es cierto?

Dimensiones reales del Sol.—Teniendo en cuenta la distancia, los sabios han podido calcular exactamente las dimensiones del astro. El Sol tiene 1.380,000 kilómetros, lo cual supone más de *cuatro millones* de kilómetros de circunferencia. ¡Más de cuatro millones de kilómetros de contorno! ¡Más de cien veces (108 veces) la circunferencia de nuestro globo, de nuestra Tierra que ya encontramos tan vasta! El *volumen* del Sol es un millón 280 mil veces mayor que el de la Tierra: en otros términos, se necesitarían 1.280,000 Tierras reunidas para hacer un globo grande como el Sol.—Pongamos otra comparación aún. En un litro de trigo hay unos diez mil granos de mediano

tamaño; en un decalitro habrá diez veces más, es decir, cien mil, y en trece decalitros, aun trece veces más; es decir: 1.300,000 granos de trigo (un poco más de 1.280,000). Ahora bien, imaginaos ante vosotros por una parte *un solo* grano de trigo, y por otra parte un montón de trece decalitros: tal es la Tierra en proporción del Sol. Como veis, teníamos razón al decir que nuestra pobre bolita no es sino un grano de arena en comparación de la enorme esfera. El tamaño de nuestro globo unido ó añadido al Sol, sería como un grano de trigo más ó menos en nuestro montón de trece decalitros: nada importaría; ¡ni se distinguiría siquiera!

Asimismo ha podido calcularse *el peso del Sol*. Imaginaos una balanza gigantesca, una balanza para pesar los mundos... Colocando en uno de los platillos, el Sol, precisaría colocar en el otro 324,000 Tierras para establecer el equilibrio. Ese es sin embargo el astro que los antiguos se representaban como una ruedecita de fuego rodando *en el aire*, por encima de las nubes, ó bien como un carro tirado por cuatro caballos... ¡Cuatro caballos para un globo 1.280,000 veces mayor que la Tierra! Pero dejemos esas fábulas absurdas: os hemos ci-

tado semejantes ideas sólo para haceros ver á qué extremo se llega cuando se quiere explicar de todas maneras las cosas de la naturaleza *con la imaginación*, por las apariencias, sin haber observado atentamente, calculado, medido lo más exactamente posible.

Las manchas del Sol.—Hoy, antes de pensar en explicar se *mira*, se observa, se mide pacientemente. Los astrónomos tienen, como hemos dicho, para *observar* los astros, enormes *anteojos de larga vista*, que hacen parecer los objetos centenares y miles de veces más grandes de lo que son á *simple vista*. Cuando se observa el Sol á través de uno de esos instrumentos, obsérvase desde luego que su superficie no es en todas partes igual, uniformemente luminosa. Muy á menudo vense *manchas* en su superficie: diríase que son nubes sombrías en el hermoso disco radiante. Las manchas no son partes oscuras, sino tan sólo menos luminosas, que parecen sombrías por comparación, en medio de la superficie deslumbradora. En efecto, si se procura no ver el resto del disco, sino únicamente la misma mancha, reconócese que aquella parte de la superficie es en realidad muy brillante, menos sin

embargo que las demás partes.—Hay manchas de todas las formas y de todos los tamaños: se han medido algunas cuya extensión era de más de diez veces mayor que la superficie de

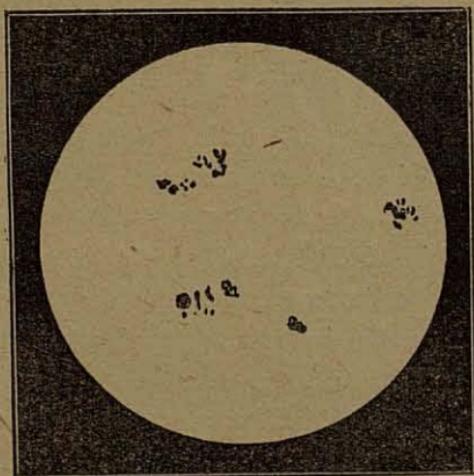


Fig. 35.—Manchas del Sol

la Tierra entera. A veces se ven manchas, y otras no se ve ninguna; unas son muy oscuras, al paso que otras son muy ligeras. Se las ve formar, extenderse, cambiar de forma, y borrarse luego; las grandes manchas duran mucho tiempo.

Estado de la superficie del Sol.—Aunque es-

tas manchas cambian de forma, se desvanecen, reaparecen, están formadas de grandes masas sólidas, estables en medio de la superficie del Sol, como lo son las montañas en nuestros continentes, ó los grupos de islas en medio del Océano.

Además, vista la superficie del Sol á través de los anteojos aparece como la de un mar agitado. Creeríase ver ondas enormes rodando, persiguiéndose, chocando entre sí, como olas del mar durante una tempestad; pero las del Sol son olas de fuego. Y, en efecto, esta superficie que vemos como envoltorio de llamas, es decir, de gases ligeros, *ardientes y luminosos*, rodeando por todas partes la masa del globo inmenso, menos brillante y probablemente *líquido*, este envoltorio, esta *atmósfera* brillante, está sin cesar agitada como una llama avivada por el viento. En ocasiones surgen de ella enormes surtidores ardientes; otras veces torbellinos de vapor que parecen venir del fondo de esta atmósfera de fuego, elevándose á través de la superficie ardiente, hundiéndola, desgarrándola, abren como un enorme hoyo en la llama. Obsérvase entonces este hoyo en forma de embudo cuyo fondo es obscuro en compara-

ción de los bordes, deslumbradores de luz: eso es lo que produce estas manchas que he-

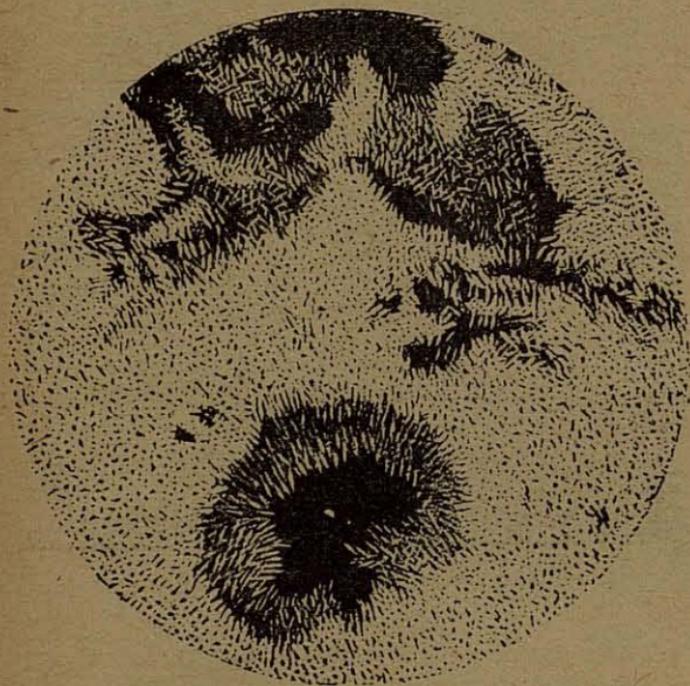


Fig. 36.—Aspecto de una parte de la superficie del Sol vista con el telescopio, con sus ondas y manchas

mos observado en el disco del Sol.—Estas erupciones solares, llamadas también *protuberancias*, alcanzan, por lo general, alturas enormes sobre la superficie solar. Se han observado

algunas cuya altura ha sido superior á 600 mil kilómetros.

Las protuberancias están constituídas por gases y vapores incandescentes, entre los cua-

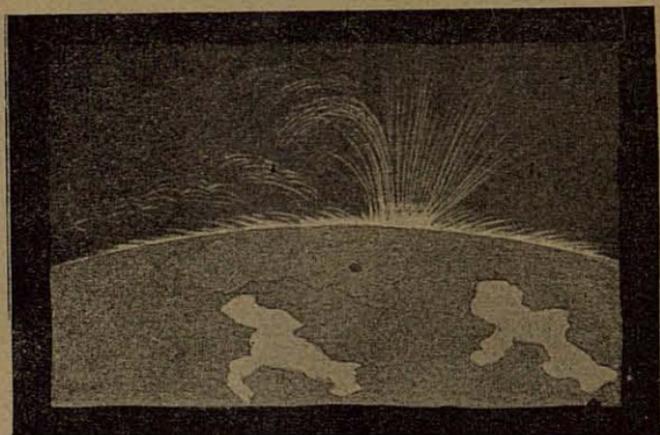


Fig. 37.—Surtidor de llamas en la superficie del Sol

les predominan el hidrógeno, el titanio, el helio, el calcio, el cromo, el cobre, el hierro y otros metales. Depositados los gases protuberanciales (relativamente enfriados por la expansión que han sufrido proyectándose en la enrarecida atmósfera del Sol) sobre la fotosfera ó superficie brillante solar, constituyen verdaderos lagos de gases absorbentes, que ofre-

cen desde la Tierra la apariencia de *manchas* irregulares y relativamente oscuras.

Se concibe por otra parte, que siendo plás-

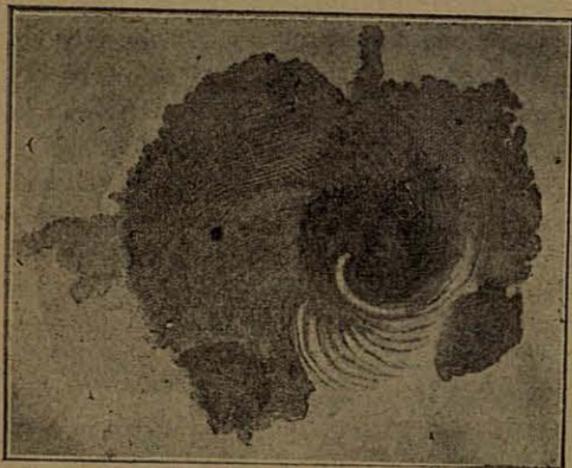


Fig. 38.—Mancha del Sol en forma de torbellino, vista con el telescopio

tica la superficie del Sol, la fotosfera tiende á invadir las manchas ó lagos de gases, que poco á poco van hundiéndose, mientras corrientes brillantes se precipitan hacia aquéllas, formando en sus alrededores una región gris llamada *penumbra*, al propio tiempo que ciertos filetes fotosféricos más potentes penetran profunda-

mente en el núcleo de la mancha, dando lugar á las *lenguas*, y algunas la atraviesan de parte á parte, en cuyo caso constituyen los *puentes*.

Las protuberancias solares, algunos años atrás sólo podían observarse en los breves ins-

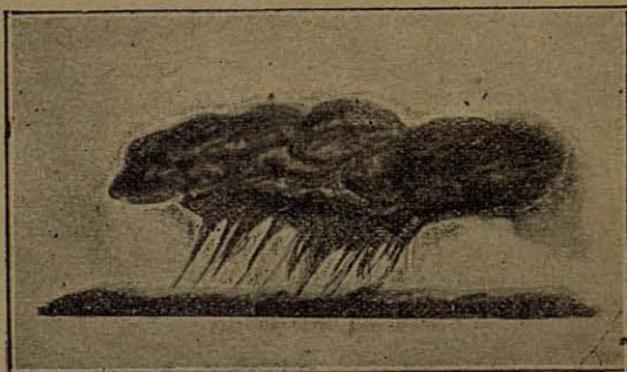


Fig. 39.—Protuberancia solar (observación de Comas Solá)

tantes de un eclipse total de Sol. Hoy, gracias á los recursos del maravilloso instrumento llamado *espectroscopio*, pueden observarse cotidianamente. El estudio de la física solar constituye en la actualidad uno de los más importantes estudios de la Astronomía.

La actividad solar está sujeta á una variación periódica de 11 años aproximadamente,

variación que se manifiesta principalmente por la mayor ó menor cantidad de manchas visibles y por la frecuencia de las protuberancias. Por lo demás, esta misteriosa viariación de la energía del Sol guarda completa armonía con



Fig. 40.—Erupción solar (observación de Comas Solá)

ciertas variaciones del magnetismo terrestre, y es muy posible también con la temperatura general de la Tierra, lo propio que con la vida de muchos seres de nuestro planeta.

En fin, es tanta la influencia magnética que ejercen los fenómenos solares sobre la Tierra, que muchas veces ha ocurrido que la formación de una enorme mancha por efecto de violentas erupciones de vapores metálicos, ha sido suficiente para impedir el funcionamiento

del servicio telegráfico en grandes extensiones de nuestro globo.

Pero no terminan en las protuberancias (ó en la capa de vapores incandescentes que descansan sobre la fotosfera, capa que se llama *cromósfera*) las manifestaciones del Sol. Se expansiona todavía la actividad solar en una *corona* extensísima que lo rodea por todas partes y que sólo es visible en los momentos de la totalidad de los eclipses solares. Esta corona, cuya constitución ofrece aún muchos misterios para la Ciencia, es muy enrarecida y se dilata á tales distancias que es posible que alcance la órbita de la Tierra.

Movimiento de rotación del Sol.—Cuando se observan atentamente las manchas del Sol durante varios días, nótase que no siempre están en el mismo lugar del disco. Parecen *marchar* en la superficie, y *todas en el mismo sentido*. Si se ve por ejemplo, aparecer una mancha hacia el borde, se la verá avanzar cada día hacia el centro, á donde llega al cabo de unos siete días para continuar su marcha en la misma dirección, y desaparecer al cabo de quince días por la parte opuesta. Dos semanas después, la misma mancha reaparecerá como

precedentemente, y recomenzará su marcha de la misma manera, á menos que no se haya des-

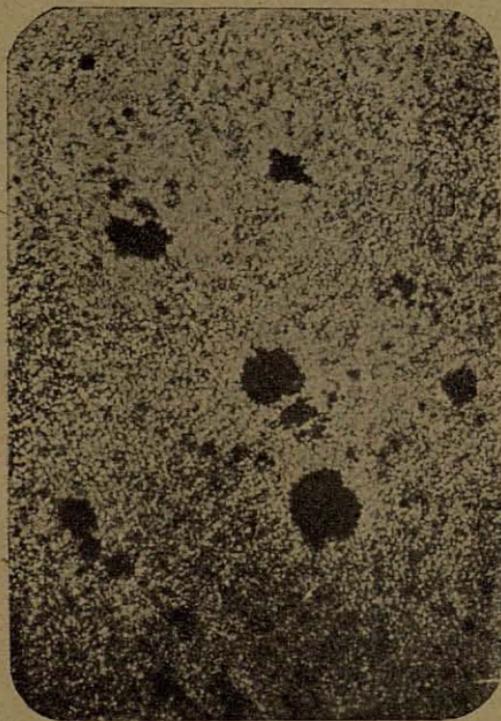


Fig. 41.—Grupo de manchas y granulaciones solares
(fotografía de M. Janssen. Observatorio de Meudon)

vanecido. Si hay varias manchas véselas viajar á todas en compañía, como un grupo de

islas dibujado en un globo *terrestre* cuando se hace girar el globo sobre su *eje* frente á vuestra vista. Ahora bien, esto nos demuestra evidentemente que también el Sol *gira sobre sí mismo* como la Tierra: las manchas giran con el Sol. Y para saber cuanto tiempo emplea el astro en dar una vuelta completa, nos bastará observar cuanto tiempo tarda una de las manchas en volver al mismo lugar, una vez terminada la vuelta. Haciendo esta observación con el cuidado requerido, vese que el Sol da una vuelta completa en unos *25 días y medio*; algo menos de un mes. Gira, pues, mucho más lentamente que la Tierra.

Resumiendo todas estas observaciones en la mente, os representaréis, pues, el Sol como un globo inmenso que gira, aislado en el espacio, líquido, ardiente como el hierro fundido que mana del horno, y rodeado de una atmósfera de llamas violentamente agitada por eterna tempestad. Y ¡qué espantoso calor en medio de este mar de fuego! ¡un calor miles de veces más intenso que el del plomo fundido, del cobre ó de la plata en fusión! Como esta bola roja suspendida en el aire envía en torno suyo su calor y su reflejo, esta inmensa bola de fue-

go, lanza, *irradia* en el espacio una inmensa cantidad de calor y de luz. Girando á su alrededor, nuestra Tierra se calienta é ilumina, como nos calentamos nosotros frente á un brasero ardiendo. Pero la Tierra, tan pequeña en proporción y tan alejada, sólo recibe una muy pequeña parte de todo este calor, de toda esta luz enviada por el Sol. Pero tan escasa parte es suficiente, pues á pesar de la distancia inmensa notamos que es muy vivo el resplandor del Sol, y sus rayos muy ardientes, cuando caen sobre nuestras cabezas, hacia mediodía, en una hermosa mañana de estío.—Si estuviéramos más cerca del Sol, pareceríamos más grande; pero al propio tiempo seríamos deslumbrados, cegados por su luz demasiado fuerte; seríamos quemados, asados... Si estuviéramos, por el contrario, más alejados, el disco del astro nos parecería más pequeño; no veríamos bastante claro, y sufriríamos mucho á causa del frío.—Más y más lejos aun, ya sólo nos parecería como una estrellita entre las estrellas de la noche.

Pero ¿qué sería entonces de nosotros, habitantes de la Tierra? ¿qué sería de nosotros sin el Sol? *El Sol es la gran fuente de calor y de*

luz. Es él quien nos da el día ; su calor hace evaporar el agua de los Océanos para formar las nubes y distribuir por la Tierra lluvias en abundancia ; hace germinar los granos, crecer las plantas, abrirse las flores, madurar los frutos ; licúa la nieve y hace verdear en la primavera praderas y bosques, amarillear las mieses en verano y dorar las vides en otoño. Sin él, seríamos sumergidos en una noche horrible, eterna ; nos sobrecogería un frío mortal. Todo perecería, animales y plantas, y también nosotros, pues nada puede vivir sin luz y sin calor. La Tierra entonces ya no sería más que un desierto, helado é inhabitable.



LECCION NOVENA

LA LUNA

SU MOVIMIENTO Y SUS FASES

¿Quién no ha disfrutado contemplando la Luna, cuando brilla en el cielo puro, en una hermosa noche?—Ora es un creciente estrecho y alargado como la hoja de una hoz; ora un semicírculo, y otras veces un hermoso disco radiante perfectamente redondo. Pero ver, contemplar un objeto brillante y hermoso, no es suficiente para los seres inteligentes; es preciso conocer, comprender; queremos darnos cuenta de lo que vemos. Vosotros mismos, ¿no os habéis preguntado, al mirar la Luna, «como es que cambia de aspecto cada noche?»

La Luna no es, como el Sol, una antorcha ardiente, un globo de llamas, un *manantial de luz y de calor*, brillando con su propia cla-

ridad. La Luna es también un globo *frío*, obscuro, una bola sólida y maciza como la Tierra, pero mucho más pequeña. La Luna no *produce* luz, como una lámpara, una bujía; no tiene otra claridad que la que recibe del Sol, la cual *refleja*, es decir, envía hacia nosotros. Si el Sol no iluminara á la Luna, permanecería perfectamente oscura: no la veríamos.

Reflexión de la luz sobre los cuerpos opacos.—Todo objeto *iluminado*, sea por una lámpara, sea por el Sol, envía hacia nuestros ojos una parte de la luz que recibe; para ello no hay necesidad de que el objeto sea pulido como un espejo.—Cuando un rayo de Sol penetra por el postigo entreabierto, en la semiobscuridad de una habitación cerrada, interponed en este rayo una simple hoja de papel. Esta recibiendo la luz del Sol, rechaza una parte en torno suyo. Os parece brillar con viva claridad, y toda la estancia queda iluminada con su *reflejo*.

Lo mismo ocurre con la Luna. Os asombra quizás oír que la Luna está sencillamente *iluminada* como cualquier otro objeto que recibe la luz del Sol: ¡parece tan deslumbradora en medio del negro cielo de la noche! Entonces

está el Sol oculto para nosotros, porque en aquel momento estamos en la parte de la sombra; pero la Luna recibe más de lleno la luz. Si contempláis la Luna de día, ni la encontraréis más brillante que una nubecita blanca que flota en el aire, iluminada por el Sol; la *luz directa del Sol* es tan fuerte que el *reflejo* mucho más débil de la Luna nos parece pálido á su lado; por el contrario, este mismo reflejo nos parece muy vivo de noche en comparación con la obscuridad profunda del cielo. Así también la llama de una bujía encendida en pleno día parece descolorida, humosa y amarillenta: apenas se ve; en cambio de noche, esta misma llama nos parece brillante, y clara y vivísima la luz que esparce sobre los objetos.

Siendo la Luna una *esfera*, sólo la *mitad* de su superficie (á la vez) puede ser iluminada por el Sol: la mitad vuelta de cara á él. La otra mitad está á oscuras: lo mismo exactamente que en la Tierra. La causa de esos aspectos diferentes de la Luna que nosotros llamamos sus fases, es que tan pronto vemos la mitad iluminada, tan pronto la mitad oscura, ya, en fin, parte de una y parte de otra.

Para darnos cabal cuenta de este curioso fe-

nómeno, volvamos á nuestra lámpara y á nuestra bola, que suspenderemos para más comodidad de un cordel, y que, esta vez nos representará la Luna. La lámpara con su globo representará como siempre el Sol.

Me coloco frente á la lámpara, y manteniendo mi bola suspendida del bramante, con el extremo de mi brazo levantado algo por encima de los ojos, la coloco *entre mí y la lámpara*. En esta posición ¿puedo ver la parte alumbrada de la bola que está de cara á la lámpara, estando yo en la parte opuesta? Evidentemente no. ¿Qué veo, pues? Sólo el lado oscuro. Pero he ahí que cambio lentamente de lugar la bola, y siempre al extremo de mi brazo levantado, la llevo algo hacia la izquierda, haciéndola girar suavemente *á mi alrededor*. Entonces comienzo á distinguir una pequeñísima parte del lado alumbrado de la bola; tan sólo el borde, como un pequeño *creciente* de luz que va aumentando á medida que continúo el movimiento.

Cuando la bola ha dado precisamente un cuarto de vuelta, se encuentra en *ángulo recto* con la dirección de la lámpara; quiero decir que si imagino una línea que vaya de la lám-

para á mis ojos, y otra de mis ojos á la bola, esas dos direcciones forman un *ángulo recto* (como los dos lados de un libro, de una hoja de papel, etc.). En esta posición veo justamente



Fig. 42.—1.* posición. Parte oscura de la bola vuelta hacia el observador

la mitad de la parte iluminada de mi bola y la mitad de la parte oscura; la línea de *sombra y de luz* pareceme cortar la bola por la mitad. Lo que veo de la parte iluminada me hace el efecto de un *semicírculo luminoso*; lo que veo del lado oscuro pareceme un *semicírculo oscuro*.

Sin cambiar de lugar, y girando solamente sobre mí mismo para no perder de vista mi bola, acabo poco á poco la media vuelta completa. A medida que continúa avanzando en

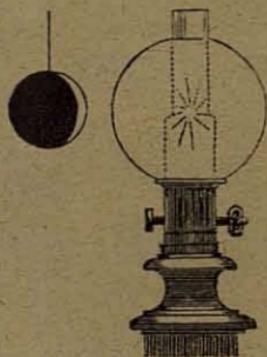


Fig. 43.—2.ª posición. El borde del espacio iluminado muéstrase como un creciente luminoso

el mismo sentido, mi bola muéstrame cada vez más su parte iluminada, y cada vez menos su parte obscura; la luminosa pareceme aumentar, reproduciendo paulatinamente el borde de la sombra. En fin, al llegar justamente á la parte opuesta de la lámpara, y manteniéndola yo elevada para impedir que mi cabeza le haga sombra, si en el mismo momento vuelvo la espalda á la luz, veo en toda su plenitud la

parte iluminada de mi bola como un círculo perfectamente redondo; la parte oscura está vuelta hacia el fondo de la habitación.

Si ahora continuaba haciendo girar la bola

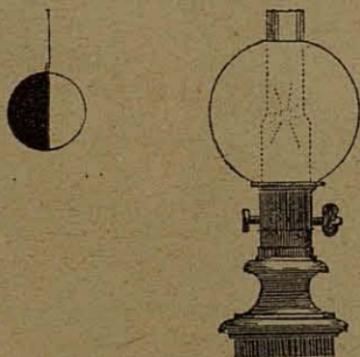


Fig. 44.—3.ª posición. La mitad de la parte iluminada es visible para el observador

en el mismo sentido, para acabar la vuelta que va á hacerle volver hacia la lámpara, ¿qué vería? Las mismas apariencias que hemos ya observado, pero en sentido contrario. Vería primero la parte iluminada algo oblicuamente y menos completamente; mostraríase una pequeña parte del lado obscuro *por el borde opuesto* al en que estaba la sombra antes de que mi bola estuviera en *oposición* con la lámpara,

mientras aun no me presentaba *de lleno* su parte brillante. Paulatinamente la sombra pareceme avanzar, y retroceder, por el contrario la luz. Y cuando la bola llegue formando ángulo recto, á la parte opuesta de la posición

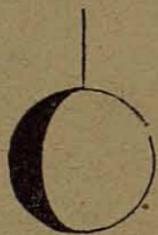


Fig. 45.—4.^a posición. Sólo se ve una faja estrecha de la parte obscura.

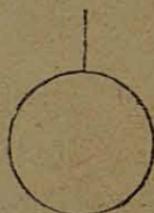


Fig. 46.—5.^a posición. Se ve por completo la parte iluminada.



Fig. 47.—6.^a posición. Se ve la parte obscura hacia la derecha en forma de una faja estrecha.

que ha poco observamos, sólo veré la *mitad de la parte iluminada* bajo forma de un *semicírculo luminoso*; sólo que ese *semicírculo, vuelto siempre hacia la lámpara*, será, con relación á mí, la parte opuesta á la que antes había visto iluminada. Lo que era antes lado *derecho*, es ahora lado *izquierdo*. Haciendo girar siempre, mientras la bola vuelve hacia la lámpara, el *semicírculo iluminado* parece como

si se *vaciara* gradualmente, al paso que el otro se ensancha, invade, y la luz se retira hacia el lado opuesto. Pronto la bola sólo me ofrece un pequeño *creciente* luminoso, ó mejor dicho

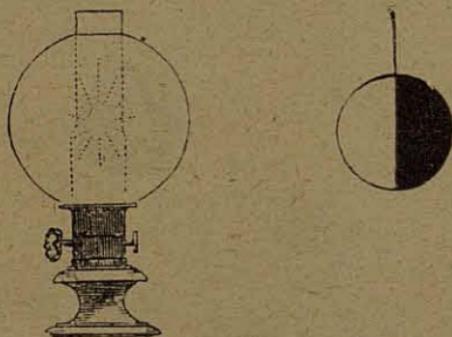


Fig. 48.—7.^a posición. Se ve la mitad iluminada á la parte izquierda y la mitad obscura á la derecha

un *decreciente* si pudiera emplearse esta palabra, pues en lugar de crecer, la faja luminosa se adelgaza y estrecha cada vez más, hasta que acaba por desaparecer totalmente, una vez ha regresado la bola al punto de partida entre mí y la lámpara.

Fases de la Luna.—Ahora bien, si repetís este experimento, habréis reproducido en pequeño el fenómeno de las FASES DE LA LUNA.

La Luna, efectivamente, no está inmóvil en el cielo; *gira alrededor de la Tierra*, como la Tierra gira alrededor del Sol, pasando á cada vuelta entre éste y nosotros, y colocándose, asi-

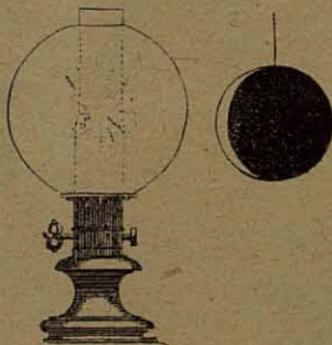


Fig. 49.—8.ª posición. Véase aún á la izquierda un pequeño creciente de luz

mismo, á cada vuelta, en la situación opuesta.

He ahí una figura que representa la Tierra, en torno de la cual se ha trazado un círculo, que indica el camino seguido por la Luna girando alrededor de nuestro globo. El Sol no está representado; hállase más lejos, viéndose únicamente sus rayos que vienen (en la parte superior de la página) á iluminar la mitad de la Tierra y la mitad de la Luna. Pero como se

trata de haceros comprender perfectamente todas las apariencias de las fases, la Luna ha

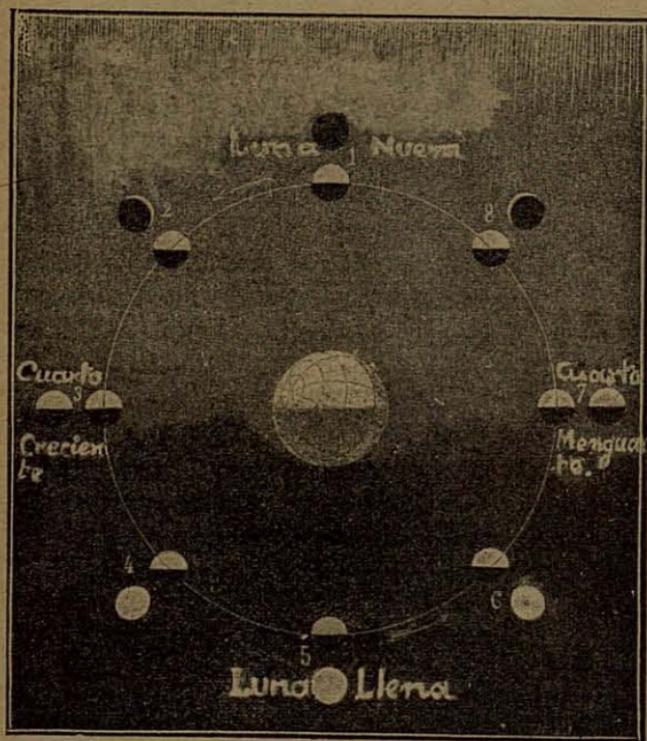


Fig. 50.—Fases de la Luna

sido representada en ese círculo, no una vez tan sólo, sino ocho veces, en las posiciones que sucesivamente ocupa. Bastará que nos acuerde-

mos del experimento de la bola para que lo comprendamos todo sin dificultad.

En la posición representada en el n.º 1, dícese que la Luna está en *conjunción* con el Sol, es decir, situada en el mismo lado con relación á nosotros. Veis desde luego que un *espectador* situado en la Tierra, no puede ver más que la parte oscura, *fase* que nosotros llamamos *Luna nueva*.—(Para que se graben mejor en vuestra memoria estas fases, se ha dibujado al lado de cada una de las posiciones el aspecto que produce para el espectador colocado en la Tierra).

Por varias razones, cuando la Luna está en esta situación, no la distinguimos ordinariamente en modo alguno. La primera razón es porque no podemos distinguir en el cielo más que lo luminoso. Lo obscuro es totalmente invisible para nosotros, porque se confunde con el tinte del cielo. Además, cuando la Luna está al mismo lado que el Sol, está sobre nuestro horizonte al mismo tiempo que aquél, y muy cerca de éste; *sale* y *se pone* á la misma hora que el primero (por efecto del movimiento diurno de la Tierra). Y aun cuando tuviera por sí misma alguna luz, la Luna desaparecería ante

nuestros ojos eclipsada por el deslumbrante resplandor del Sol.

La Luna avanza en su *órbita* en el sentido indicado por la saeta. Al principio comienza á mostrarse por el borde una pequeña porción de la parte iluminada, como un delgado hilillo de luz, que pronto aumenta con el *creciente*. La Luna ya no está por completo en este momento en la misma dirección del Sol (n.º 2). Por la noche, cuando el astro del día está ya oculto, la Luna, que cada día se retrasa, no lo está aún. Distínguese el *creciente* al borde del horizonte, volviendo su *curva* hacia el punto donde está el Sol, es decir hacia el Occidente, y sus *cuernos*, hacia la parte opuesta. Cada noche parece ensancharse, y al propio tiempo se pone más tarde.—Cuando la Luna ha llegado al primer cuarto de su vuelta (n.º 3), en ángulo recto con el Sol y la Tierra, vemos la mitad justa del lado luminoso, que se nos ofrece en forma de semicírculo brillante. Su borde redondo está vuelto hacia Occidente, en la misma dirección del Sol aun visible ó ya puesto. Es el *primer cuarto* ó *cuarto creciente*. — El día del primer cuarto, la Luna se encuentra en medio de su camino aparente hacia la hora

de la puesta del Sol, y se pone á su vez hacia media noche.—Observad que en todas las fases el lado brillante es el único visible; el oscuro es casi totalmente invisible á nuestros ojos; hay que tomar precauciones particulares para distinguirlo un poco, muy débilmente iluminado por un reflejo dudoso que le viene de la Tierra (*luz cenicienta*).

A medida que avanza la Luna, y descubriéndonos cada vez más su faz luminosa, el semicírculo se ensancha redondeándose gradualmente (n.º 4). La sombra se retira hacia el borde opuesto, y, en fin, cuando el astro *ha llegado* precisamente á estar en *oposición* con el Sol (n.º 5), veis por el dibujo que vuelve de lleno hacia la Tierra su parte iluminada: es la *Luna llena*. El hermoso disco radiante parécenos entonces perfectamente redondo. El día de la Luna llena, el astro sale por la tarde, por el lado opuesto al Sol, á la hora en que éste se pone; brilla toda la noche describiendo lentamente su gran curva á través del cielo sembrado de estrellas, y no se pone hasta la mañana siguiente.—En efecto, llegando en este momento la Luna justamente á su oposición con el Sol, debemos verla durante el tiempo en que no ve-

mos á éste, y recíprocamente. Cuando tenemos día, es decir, cuando estamos vueltos hacia la luz, la Luna, situada en la parte opuesta se oculta á nuestra vista; está en la parte del cielo que no podemos ver, bajo el horizonte. Y por el contrario, cuando el movimiento de la Tierra nos ha hecho pasar á la sombra y no vemos ya el Sol, estamos precisamente vueltos hacia la Luna.—Es necesario darnos cuenta cabal de todo esto, pues, como decíamos, no basta observar los efectos, sino que es preciso comprender las causas.

Ahora, mientras la Luna va á dar la segunda mitad de la vuelta, vamos á ver cómo decrece gradualmente la luz, y aumentar y extenderse poco á poco la sombra (n.º 6). Al cabo de algunas noches ya no se ve más que la mitad de la parte alumbrada: es el *último cuarto* ó *cuarto menguante* (n.º 7). El semicírculo que forma tiene aún la curva vuelta hacia el Sol; entonces sale la Luna por la mañana, después de media noche. El Sol, que se nos va á mostrar dentro de poco, está ya en la dirección de su salida; por lo tanto, esta vez está vuelta hacia Oriente la parte luminosa del disco. Y mientras la sombra lo invade todo cada vez más, la luz se retira ha-

cia el borde. Pronto (n.º 8) ya no se ve más, hacia la mañana, y por la parte de Oriente, que una estrecha faja brillante en forma de hoz, completamente parecida al creciente, pero con los *cuernos* vueltos en sentido contrario. Va adelgazándose y estrechándose hasta que desaparece cuando, en fin, la Luna ha vuelto á colocarse en su primera posición (número 1), entre nosotros y el Sol. Y vuelve á recomenzar otra vuelta con fases parecidas, una nueva *lunación*. Una *lunación*, ó sea una vuelta completa, una *revolución* entera de la Luna alrededor de la Tierra, dura casi un mes (más exactamente 29 días y medio). Por lo tanto, en el término de un mes comienza y acaba la serie completa de las fases.

El movimiento de la Luna, es un movimiento absolutamente real, no una simple apariencia de movimiento como ocurre con el Sol. La Luna sale y se pone con un retardo diario de algo más de tres cuartos de hora. Si la Luna estuviera inmóvil como el Sol, al verla salir un día á cierta hora, la veríamos al día siguiente, después de una rotación completa de la Tierra, precisamente á la misma hora en la misma posición. Pero, por el contrario, después

de veinticuatro horas, cuando la Tierra ha realizado su rotación diurna, precisa, aún, que dé una porción de vuelta para que lleguemos á distinguir la Luna. Es evidente, pues, que ésta

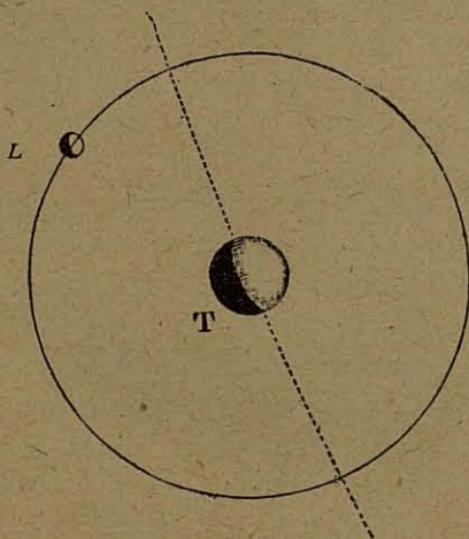


Fig 51.—Órbita de la Luna. T, es la Tierra con su órbita; L, la Luna

ha *retrocedido*, como para hacerse perseguir... Por consiguiente, la Luna se mueve, *gira realmente* alrededor de la Tierra, y además, gira *en el sentido del movimiento real de rotación de la Tierra*, y por lo tanto, en sentido contrario al *movimiento aparente* del Sol.

Por otra parte es una de las grandes *leyes* del cielo, un hecho general para todos los astros, que los globos pequeños giren alrededor de los grandes, y no los grandes alrededor de los pequeños, por una razón que os explicaremos más tarde. La Tierra, más pequeña que el Sol, gira alrededor del Sol; la Luna á su vez, más pequeña que la Tierra, gira alrededor de la Tierra.

La Luna es 50 veces menor en tamaño que nuestro globo; en otros términos, se necesitarían 50 Lunas reunidas para formar el volumen de la Tierra.

Es aún menos maciza, menos pesada en proporción: la Luna pesa—calculando exactamente—80 veces menos que la Tierra.

Ya hemos observado que el disco del *astro de las noches* ofrece á nuestros ojos casi la misma *dimensión aparente* que el brillante *astro del día*. Ello se debe á que la Luna, mucho más pequeña que el Sol, está también mucho menos alejada de nosotros. De aquí á la Luna sólo hay 384,000 kilómetros. «¡96,000 leguas!» diréis significando que es una cantidad enorme, espantosa. Realmente, es enorme con relación á nosotros que somos tan insigni-

ficantes, pero en proporción de *las cosas del cielo*, del tamaño y de la distancia del Sol y de los otros astros, es poco, muy poco: podemos decir que la Luna es un astro muy cercano á

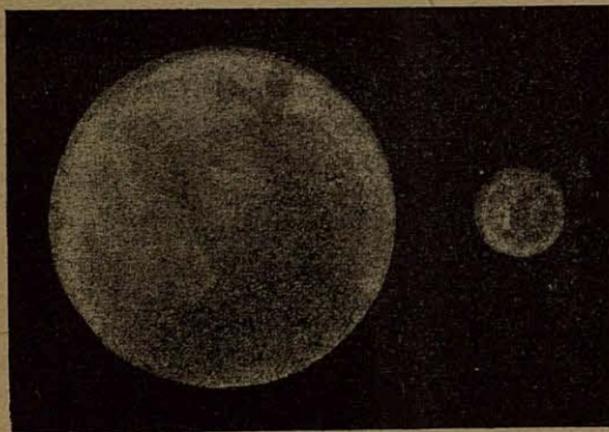


Fig. 52.—Tamaños comparados de la Tierra y de la Luna

nosotros. Pronto haremos comparaciones que nos darán una idea justa de esta distancia.

Conociendo la distancia de la Luna, ha podido calcularse la longitud total del camino que recorre alrededor de la Tierra, es decir, de su órbita; sabiendo el tiempo que emplea en recorrerla, encuéntrase que debe deslizarse por el espacio con una rapidez de cerca de un kiló-

metro por segundo: ¡un cuarto de legua en el tiempo de dar dos pasos!

Además no hay que olvidar que mientras la Luna gira alrededor de la Tierra, ésta gira alrededor del Sol. Ambos movimientos se realizan al propio tiempo. ¿Cómo? Imaginad que en el paseo, mientras una persona muy gruesa anda con paso igual, un niño se divierte dando vueltas á su alrededor al tiempo que la sigue, pasando ora por delante, ora por detrás. Pues bien, la Luna está obligada á *correr tras* la Tierra que huye en su órbita—y ya sabéis con qué rapidez—para poder aún, por añadidura, dar vueltas á su alrededor. De modo que la Luna sigue á nuestro globo á través del espacio como una compañera fiel, ó si queréis, como un guardia, un servidor, sigue á su amo: es lo que se expresa diciendo:—«la Luna es el *satélite* de la Tierra».

LECCION DECIMA

EL MUNDO LUNAR

Aspecto de la Luna á simple vista.—Imagínanos una hermosa noche de verano. Es ya tarde; hace varias horas que el Sol se ha puesto; ha pasado el calor del día, y sopla una ligera brisa que refresca el ambiente. Reina gran silencio; todo está tranquilo y entregado al sueño. La Luna llena brilla en el cielo y nos muestra en toda su plenitud su plateado disco. Algunas estrellas alumbran aquí y allá el firmamento. Son las más brillantes y su resplandor está como velado; todas las otras han sido borradas por la claridad más viva de la Luna.— La Luna es la reina de esa noche.

Contemplamos un instante el astro que nos derrama su luz blanca y suave; observamos ya que su disco no brilla con el mismo brillo en todos los puntos. Ciertas partes, menos lumi-

nosas, nos parecen grisáceas y parecen manchas, manchas que irregularmente dispuestas recuerdan vagamente una cara. Pero cuando se observa la Luna con un *anteojo*, esta apariencia de rostro se borra por completo, porque se distinguen mejor los detalles. El astro se ve mucho mayor, como si se hubiera acercado considerablemente á nosotros, y entonces distínguese claramente lo que no habíamos notado á simple vista.

Aspecto de la Luna con el anteojo.—La superficie de la Luna parece muy desigual. En ciertas partes, distínguese altas montañas; otros lugares, más unidos, forman inmensas llanuras, y todo esto se ve admirablemente; distínguese las cumbres, los valles, las cimas, los precipicios... Pensad que á través de los mejores y mayores telescopios se ve la Luna *cual si estuviera á la distancia de doscientos kilómetros de nosotros* (200 en lugar de 400,000) —como veríais, desde lo alto de una montaña, el paisaje extendido hasta el horizonte á vuestro alrededor.

Este admirable país ha sido estudiado con gran cuidado; se han contado, medido, dibujado todas las montañas, todos los valles, to-

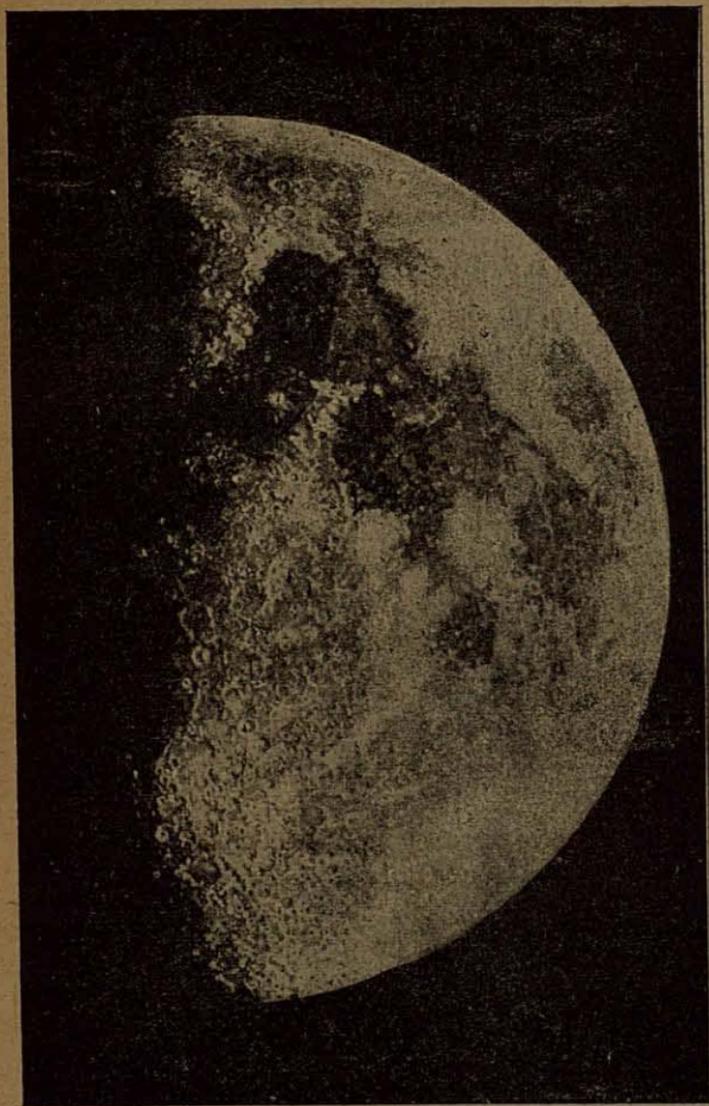


Fig. 53.—Aspecto de la Luna en el cuarto creciente, según fotografía. Regiones brillantes y manchas oscuras

das las llanuras. Se han trazado *mapas de la Luna*, parecidos á los mapas geográficos que nos representan los diversos países de la Tierra. Y en estos últimos años han llegado á hacerse *fotografías* de la Luna, como se hacen los de una persona ó un edificio. En fin, puede decirse que conocemos la Luna, *cual si hubiéramos ido á ella*.

Distancia de la Tierra á la Luna. —¡Ir á la Luna!—¡ Ah! sería un viaje harto curioso. «¡Sería tan agradable tener alas para volar hacia ella!... ¿O si solamente pudiera irse en globo?» Pero no: imposible: A muy pocos kilómetros de distancia de la Tierra, ya no hay aire para respirar, ni para elevar el globo; por lo tanto jamás irá nadie á la Luna. ¡Qué lástima!

Pero si nuestro cuerpo, tan pesado, no puede abandonar el globo en que vivimos, nuestro pensamiento paséase á su gusto y sin obstáculos lánzase hacia los objetos lejanos. ¿No os representáis como si aun lo viérais, las cosas cuyo recuerdo conserváis? Cuando conocéis la forma, el color, el aspecto de un objeto, ¿no os representáis en el acto en vuestra mente una imagen de tal objeto? Pues bien, ha-

gamos con la imaginación *un viaje á la Luna...* viaje imaginario, se entiende, por más que no lo serán las cosas observadas, pues nos las representaremos como sabemos que son en realidad.

Si para hacer esta travesía, debiéramos utilizar el ferrocarril, con la velocidad de un tren regular emplearíamos cerca de un año, lo cual ya es largo. Si pudiéramos abalgar en una bala de cañón, que recorre un kilómetro en dos segundos, emplearíamos aun trece horas, por el camino, y no llegaríamos hasta mañana. Esos son cálculos imaginativos, pero sirven para darnos una idea de la enorme distancia—con relación á nosotros—existente entre la Tierra y la Luna. Pero la luz va mucho más aprisa que todo eso. Un rayo de luz partiendo de la Luna llega á nuestros ojos en *poco más de un segundo*. Nuestro pensamiento puede franquear este espacio con la misma velocidad. ¡Partamos, pues!... Hemos ya llegados.

Montañas y llanuras de la Luna.—Estamos en un suelo pedregoso, lleno de bloques enormes, amontonados como piedras caídas al pie de un muro desmoronado. En torno nuestro levántanse altas montañas, picos agudos, cres-

tas dentadas. Trasladémonos á una de las más altas cumbres. Llegados á ella vemos que la montaña está hueca; nuestra mirada se sumerge en un abismo... Estamos sobre un *volcán*, y he aquí el *cráter*: un cráter inmenso, profundo, pero ha tiempo extinguido; el volcán ya no vomitá lavas.

La montaña que acabamos de escalar es una de las más elevadas de la Luna; tiene 6,000 metros de altura y desde ella dominamos con la vista hasta lo lejos. A nuestros pies, todo son pendientes rápidas, valles profundos, hundimientos de rocas, grietas, precipicios. Todo á nuestro alrededor, hasta donde no alcanza más la vista, son montañas, volcanes, cráteres: cráteres sobre todo, no se ve otra cosa. Los unos son muy angostos, como los de los volcanes de la Tierra; los otros, inmensos, profundos, rodeados como de un murallón de crestas dentadas, formando lo que se llama *circos*.

Estas montañas de la Luna son muy elevadas; muchas tienen hasta 5,000 y 6,000 metros, lo cual es más que el *Monte Blanco*, la montaña más alta de Europa. Una de ellas, llamada *monte Dærfel*—pues á los montes de

la Luna se les ha dado nombres como á los nuestros—el *monte Dærfel* tiene 7,603 metros; el monte Newton 7,264 metros: casi tanto como las montañas más altas de la Tierra. Pero

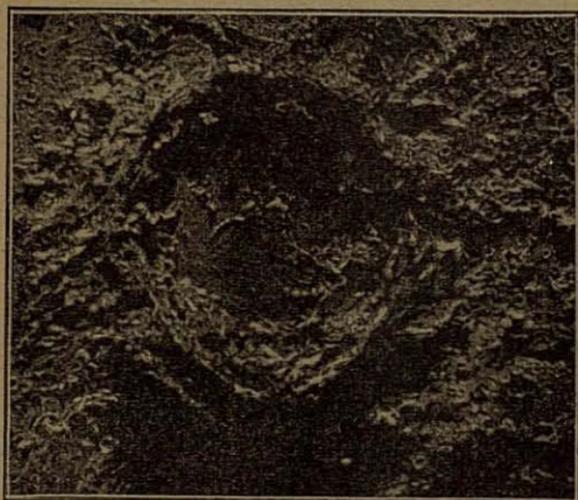


Fig. 54.—Montañas, cráteres y circo de la Luna, vistos al telescopio

como la Luna es mucho más pequeña que ésta, sus montañas son, por consiguiente, á *proporción*, en comparación del globo que las soporta, mucho más elevadas que las nuestras. Los *circos* en forma de *cráteres* son de una exten-

sión aun mucho más asombrosa: uno de ellos, el *circo de Clavius*, tiene 220 kilómetros de amplitud; tendrían que hacerse más de quince jornadas de camino para rodearlo.

Las montañas de la Luna están formadas de piedra blanquizca, parecida á la creta. Bajo los rayos del Sol, esta piedra parece reluciente como una pared blanca cuyo reflejo, demasiado vivo, nos hace cerrar los ojos. Por eso *las regiones montañosas* vistas desde la Tierra, nos parecen más brillantes; constituyen las partes más deslumbradoras del disco. El suelo de las grandes llanuras, es, por el contrario, descolorido; diríase que es una especie de barro grisáceo desecado. *Las regiones de las llanuras*, de color más sombrío, constituyen las *manchas* que hemos observado en la superficie de la Luna.

Aspecto de los paisajes lunares.—*Diversos efectos de la ausencia del aire y del agua.*—Pero ¡qué aspecto tan triste y desolado tienen esos paisajes que descubrimos! Ello se debe á que en este país extraordinario por donde viajamos no hay aire ni agua.—*Ni aire ni agua:* por lo tanto, ni vapores ni nubes. Nada dulcifica los rayos del Sol: no es como en la Tie-

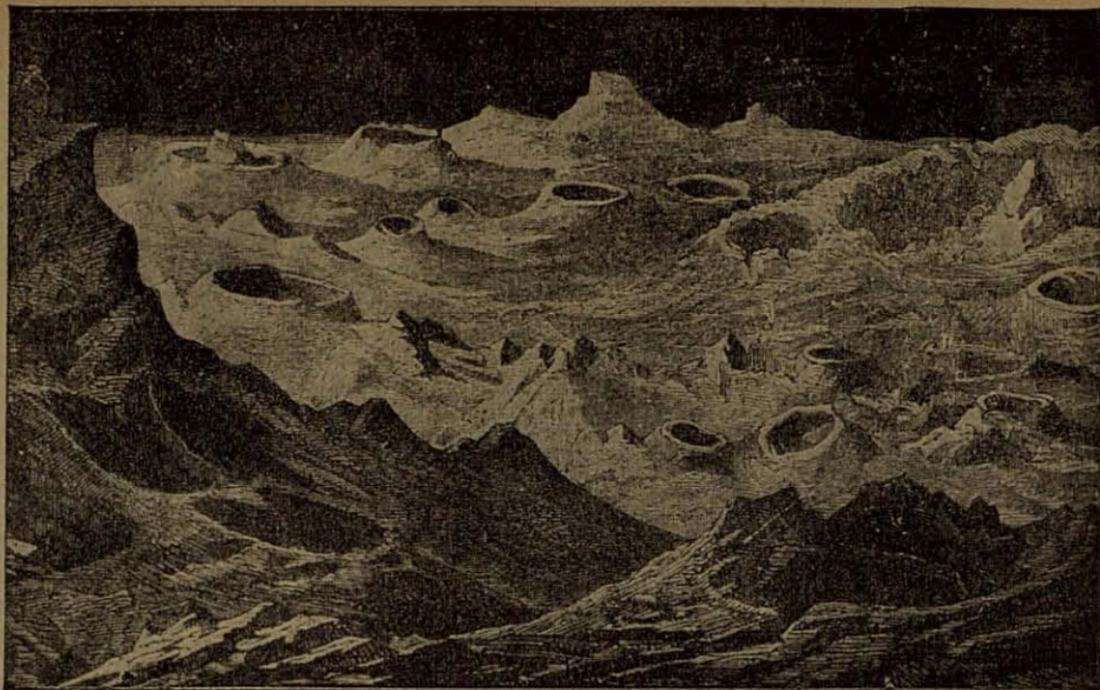


Fig. 55.—Paisaje de la Luna. Volcanes y circos

rra, donde reina un día dulce y tibio, por todas partes esparcido. Aquí deslumbra el Sol y quema al propio tiempo; y si pasáis á la sombra de una roca, no veis nada y os sobrecoje el frío. Frente al Sol, la roca está excesivamente iluminada; en la parte opuesta, la sombra es muy negra; apenas hay *medias tintas*: los lugares lejanos no parecen azules, ni velados por los vapores grisáceos como en la Tierra, porque sólo el aire da este aspecto á los objetos lejanos. Aquí las altas montañas no tienen ni nieves ni glaciares; ni torrentes en los barrancos, ni ríos en el fondo de los valles. *Ni mares, ni lagos*.—Antes, cuando nada se sabía de cierto, dióse el nombre de *mares* á las grandes llanuras que forman las manchas grises en el disco de la Luna. Inventáronse los nombres de *mar Mediterráneo, Océano de las Tempestades, lago de los Sueños, laguna de la Niebla*... nombres que se han conservado para designar aquellas vastas extensiones, aunque hoy se sabe perfectamente que en esos pretendidos mares no hay una sola gota de agua: son desiertos inmensos. Por todas partes no hay más que desnudez en el suelo y aridez en las rocas. No se ven ni bosques, ni

praderas, y puede suponerse que *tampoco hay vegetales* en la Luna, porque ninguna planta puede vivir sin aire y sin agua, y que igualmente faltan los animales y toda clase de habitantes. Sin embargo, no puede *afirmarse*, pues podría haber en aquel mundo una cantidad muy escasa de aire imperceptible desde aquí, y, por otra parte, no es imposible que haya allí seres, del todo distintos de los nuestros, que puedan pasar sin lo que para nosotros es absolutamente necesario á la vida de cuantos conocemos.

Otros efectos de la ausencia del aire y del agua.—Otra cosa admirable: en la Luna no se oye ningún ruido, ningún sonido. ¿Por qué? Porque el sonido es una vibración, una agitación del aire.

Donde no hay aire, el sonido no puede llegar á nuestro oído.—En las lecciones de física hácese un experimento curioso: suspéndese una campanilla en el centro de una garrafa de vidrio vacía. Por medio de una especie de bomba se quita, se *extrae* el aire de esta garrafa. Hecho esto, agítase la campanilla y aun cuando se ve moverse el badajo y golpear las paredes, no se oye absolutamente nada.—En la

Luna pasa como en la garrafa. ¿Qué pasaría si nosotros, viajeros imaginarios, quisiéramos hablarnos? Nuestros labios moveríanse, pero no saldría de ellos una sola palabra. Podría estallar una montaña, sin que oyeráis el menor ruido... Este es el país del silencio eterno.

Aspecto del cielo visto desde la Luna.—Dirijamos ahora nuestra vista al cielo. ¡Qué asombroso aspecto tiene *el cielo visto desde la Luna!* Desde aquí no vemos esa apariencia de bóveda azul que forma en la Tierra el aire sobre nuestras cabezas. El día es despejado, el Sol es deslumbrador, y, sin embargo, el cielo se nos muestra como un inmenso espacio negro tachonado de estrellas que brillan con magnífico resplandor. ¡Las estrellas en pleno día! Por otra parte, ¿qué es ese hermoso disco brillante que flota en el cielo, y parecido á una Luna, pero á una Luna cuatro veces mayor que la que alumbra nuestras noches aquí abajo? Ese disco tiene también manchas; observad: he ahí un gran triángulo algo amarillo en un fondo verdoso... Pero ¡cómo! ¿no reconocéis esos contornos que tantas veces habéis estudiado en vuestras esferas terrestres: Africa, el gran triángulo, Asia, Europa? Contem-

plad esos grandes mares y concludid de vuestro examen que ese globo brillante, esa enorme *Luna*... ¡ es la Tierra!

Sí, en verdad: es la Tierra. La Tierra, *vista desde la Luna*, parece tan brillante como la misma Luna vista desde la Tierra; además, es mucho mayor, ilumina también mucho más (catorce veces más). Vista desde la Luna, la Tierra tiene también sus fases, pues estando asimismo iluminada por el Sol, tiene idénticamente su lado luminoso y su lado oscuro. Sólo que sus fases son siempre contrarias á las de la Luna. Así, cuando en la Tierra tenemos *Luna nueva*, los habitantes de la Luna, si los hubiera, verían precisamente la parte iluminada de la Tierra: tendrían *Tierra llena*... Cuando tenemos *primer cuarto de Luna*, tendrían ellos *último cuarto de Tierra*, *Tierra nueva* cuando nosotros tenemos *Luna llena*, y así sucesivamente. Además, como la Tierra gira sobre sí misma, en un día, los habitantes imaginarios de la Luna verían pasar sucesivamente frente á ellos, en el espacio de veinticuatro horas los continentes y los mares: lo cual sería para ellos como un reloj de nuevo género... (Véase la figura de la anteportada).

Al terminar nuestro viaje á la Luna, observamos aún que los objetos son en ella *mucho menos pesados* que en la Tierra, es decir, que la fuerza con que los objetos son atraídos hacia el suelo de la Luna es mucho menor que la que atrae sobre el suelo de la Tierra y á él mantiene unidos los objetos pesados. Así, ese bloque de piedra que en la Tierra parece que debería pesar 100 kilogramos por lo menos, intentad levantarlo aquí, en la Luna: creeríais levantar un pedazo de corcho: apenas si pesa de 15 á 16 kilogramos. Así también, nosotros, viajeros imaginarios de este extraño país, nos sentimos al andar de una ligereza asombrosa: un buen brinco nos haría saltar por encima de un bloque alto como una casa. Esto se debe á que la Luna es mucho más pequeña y á que los materiales que la constituyen son mucho menos pesados que los que forman el globo terrestre. Teniendo una *masa* mucho menor que nuestro globo, *atrae* hacia ella los objetos mucho menos fuertemente.

Movimiento de rotación de la Luna.—Cuando se observan atentamente las manchas de la Luna, se ve que permanecen siempre en el mismo lugar; durante las *fases* la sombra cú-

brelas ó descúbrelas, pero siempre permanecen inmóviles. *La Luna nos presenta, pues, siempre la misma cara.* Ahora bien, como en el espacio de veintinueve días la Luna hace su viaje circular alrededor de la Tierra, ha debido dar *justamente en el mismo tiempo,* una vuelta sobre sí misma, para volver siempre su misma cara hacia nosotros.

Esto quizá os asombre; os diréis de primera impresión: «Si la Luna presenta siempre su misma cara hacia nosotros, *parece* que no gira siempre sobre sí misma; de otra suerte la veríamos sucesivamente de todas partes». Sí, esto es lo que parece. Pero reflexionemos un instante.

¿Qué es *girar sobre sí mismo?* Suponeos derechos en medio de un campo. Sin cambiar de lugar, dais vueltas siempre en el mismo sentido, de modo que miréis sucesivamente hacia todos los puntos del horizonte. *Giráis sobre vosotros mismos.* Hagamos ahora otro experimento. Imaginad un poste plantado en el suelo, y suponed que giráis circularmente alrededor de este poste de modo que lo miréis siempre, y dirigiendo en todo momento vuestra cara hacia él. Al tiempo que habéis dado

una vuelta alrededor del poste, habéis dado también una vuelta sobre vosotros mismos, pues para mirar siempre el poste, os habréis encontrado obligados á mirar sucesivamente hacia todos los puntos del horizonte, como en nuestra primera observación. Lo mismo absolutamente ocurre por lo que á la Luna se refiere; para presentarle siempre la misma cara girando á su alrededor, ha tenido que volver sucesivamente esta cara hacia todos los puntos del espacio; por lo tanto *ha girado sobre sí misma*, justamente en el mismo tiempo.

De ahí se deducen dos consecuencias. La primera es que nunca hemos visto, ni jamás veremos *la otra cara* de la Luna. Siempre será desconocida para nosotros.

En segundo lugar, puesto que la Luna da una vuelta sobre sí misma frente al Sol en un mes, durante este tiempo habrá vuelto sucesivamente hacia el Sol todos los puntos de su superficie. De ahí resulta que en este espacio de un mes, cada lugar de la Luna habrá estado quince días iluminado y quince en la sombra. En otros términos, la Luna tiene también sus días y sus noches absolutamente como la Tierra; y sería inútil recomenzar para ella una ex-

plicación que habéis ya comprendido. Sólo que en la Luna los días tienen casi *quince días* y las noches otro tanto (más exactamente catorce

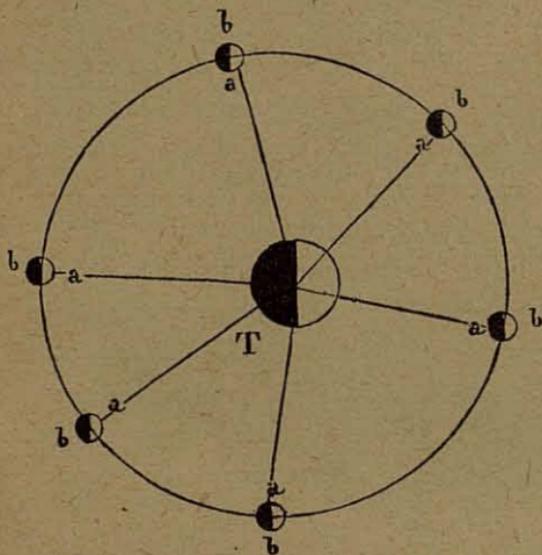


Fig 57.—Posiciones de la Luna mostrando siempre su misma cara á la Tierra; *a*, punto vuelto hacia nosotros; *b*, punto vuelto hacia el lado opuesto.

días y diez y ocho horas). ¡Qué días y qué noches! El Sol emplea casi una hora en salir; el día se hace súbitamente, y no hay ni asomo de aurora. En cuanto el sol comienza á aparecer, sobreviene al pronto un día radiante; las cum-

bres de las montañas son iluminadas, deslumbradoras, pero los valles están aún en la sombra. Poco á poco los rayos del Sol penetran en sus profundidades, y hasta el fondo de los cráteres. El día es tan largo, que el calor *acumulado*, creciendo cada vez más, acaba por ser más fuerte que el del agua hirviendo. Más tarde, cuando llega la noche, opérase el cambio bruscamente, sin crepúsculo: es una noche negra, helada; el frío es tan terrible durante esta larga noche como asfixiante el calor durante el día. Ninguno de nosotros resistiría semejantes condiciones de vida, y en todo caso nadie podría pasar sin respirar ni comer. Ya veis, pues, que meditándolo bien es mejor vivir en la Tierra que *habitar en la Luna*.

FIN DEL TOMO PRIMERO



931

Biblioteca Ambos Mundos

Se han publicado las obras siguientes:

- La Bohème**, por Murger (2 tomos).—(2.^a edición).
El crepúsculo, por Jorge Ohnet.—(2.^a edición).
Indiana, por Jorge Sand.—(2.^a edición).
Mimi Pinson, por Alfredo de Musset.—(2.^a edición).
La mujer de treinta años, por H. de Balzac.—(2.^a edición).
Los mineros de Pollignies, por Elías Berthet.
Mujeres de rapaña; La señorita Cachemira, por Julio Claretie.—(2.^a edición).
El capitán Richard, por A. Dumas (padre).
Roma bajo Nerón, por I. J. Kraszewski.—(4.^a edición).
Dosia, por Enrique Gréville.
Renata Mauperin, por E. y J. de Goncourt.—(2.^a edición).
El último ateniense, por Víctor Rydberg.—(2.^a edición).
El libro de los snobs, por W. M. Thackeray.—(2.^a edición).
Las lágrimas de Juana, por A. Houssaye.—(2.^a edición).
Margot, por A. de Musset.—(2.^a edición).
Una entretenida, por A. Houssaye.—(2.^a edición).
Cuentos al oído, por A. Silvestre.—(2.^a edición).
La modelo, por E. y J. de Goncourt.—(2 tomos).
La pecadora, por Arsenio Houssaye.
El cura de Longueval, por F. Halévy.
Colomba, por Próspero Merimée.
Espirita, por Teófilo Gautier.
Werther, por Goethe.
Historia sin nombre, por Julio Barbey d'Aurevilley.

EN PREPARACION

- Enriqueta**, por F. Coppée.
Lals de Corinto, por A. Debay.
Ninon de Lenclós, por A. Debay.

Precio de cada volumen. 4 reales
Encuadernado en tela 6 »

Biblioteca de Autores Americanos

VOLÚMENES DE NÚMERO ILIMITADO DE PÁGINAS Y
PRECIO VARIABLE, DE TAMAÑO 12 POR 20, ESME-
RADAMENTE IMPRESOS Y CON CUBIERTAS DE LUJO.

OBRAS PUBLICADAS

- | | |
|---|---|
| <i>Adoración</i> , por Álvaro de la Iglesia. | <i>Mar y cielo</i> , por Luis Reyna Almandos. |
| <i>Malos amores</i> , por Felipe Sassone. | <i>Cómo estrenan los autores</i> , por José León Pagano. |
| <i>Caprichos</i> , por Rodrigo de Rahaváñez. | <i>Resonancias del camino</i> , por Juan Zorrilla de San Martín. |
| <i>Azul...</i> , por Rubén Darío. | <i>Huerto cerrado</i> . — Mitre. — Gómez. — Lavalleya, por Juan Zorrilla de San Martín. |
| <i>Por el camino</i> , por Adrián del Valle. | <i>Las rosas del deseo</i> , por Juan Julián Lastra. |
| <i>La transformación de las razas en América</i> , por Agustín Álvarez. | <i>La túnica de sol</i> , por Luis María Jordán. |
| <i>Ideaciones</i> , por Juan Mas y Pi. | <i>Días romanos</i> , por E. Rodríguez Mendoza. |
| <i>Los simuladores del talento</i> , por José María Ramos Mejía. | |

EN PRENSA

- | | |
|---|---|
| <i>Bárbaros y europeos</i> , por José León Pagano. | <i>Vibraciones</i> , por Juan Bautista Gómez. |
| <i>Historias íntimas</i> , por Joaquín V. González. | <i>Leyendas y parábolas</i> , por Salvador Barrada. |

Precio de cada volumen. 2'— pesetas
Los mismos, elegantemente encuadernados en tela. 2'50 »

Annuario Científico é Industrial

POR VÍCTOR DELFINO

CON UN PRÓLOGO DE JOSÉ COMAS SOLA

— Año 1909 —



PRIMERO DE SU PUBLICACIÓN



Un voluminoso tomo de más de mil páginas de nutrida lectura, ilustradas con multitud de grabados.

~~~~~ Precio: 10 pesetas ~~~~~

---

---

## LA ACTUALIDAD

REVISTA MUNDIAL DE INFORMACIÓN GRÁFICA

VII AÑO DE SU PUBLICACIÓN

SE PUBLICA TODOS LOS SÁBADOS

La más barata, más extensa, más amena y más variada de España

**20 céntimos, 36 páginas profusamente ilustradas**

Crónica ilustrada de los sucesos del mundo entero, actualidades científicas, curiosidades y pasatiempos, páginas para la mujer y para la juventud, piezas de música, novela, arte, sport, caricaturas, grandes concursos con premios y otras atracciones originales

SUSCRIPCIÓN

España, trimestre, 2'50 pesetas. — Extranjero, un año, 15 francos

Se remite GRATIS un ejemplar á quien lo solicite

Redacción y Administración: Diputación, 344. — Talleres: Paseo San Juan, 54

— BARCELONA —

Para el pago de suscripciones se admiten solamente cheques sobre plazas bancarias de Europa ó billetes de Banco europeos o americanos (dollars).

# Biblioteca de Enseñanza Popular

CONSTITUYEN ESTA BIBLIOTECA MANUALES DE UNAS  
200 PÁGINAS, DE PAPEL SATINADO, EN 8.º, Y LA  
MAYOR PARTE DEL TEXTO PROFUSAMENTE ILUSTRADO

## TOMOS PUBLICADOS

*Huxley.* — Introducción al estudio de la Ciencia.

*Meunier.* — Historia del Arte.

*Dufour.* — Diccionario de las falsificaciones.

*Flammarion.* — Astronomía popular.

*Flammarion.* — A través del espacio.

*Flammarion.* — ¿Qué es el cielo?

*Flammarion.* — Los terremotos.

*Ferrière.* — El darwinismo.

*F. Paulhan.* — La fisiología del espíritu.

*L. Brothier.* — Historia de la Tierra.

*Varios autores.* — Las estrellas y los cometas.

*Seriex y Mathieu.* — El alcoholismo y sus estragos.

*Zaborowski.* — Los mundos desaparecidos.

*Amigues.* — Excursiones celestes.

*Lemonnier.* — Higiene de la cocina.

*Acloque (A.).* — Los insectos perjudiciales.

Precio de cada volumen, á la rústica. **2 reales**

Los mismos, encuadernados en tela. **3**

18. 6. 1. 2 vols

# Biblioteca de Enseñanza Popular

*Constituyen esta BIBLIOTECA manuales de unas 200 páginas, de papel satinado, en 8.º, y la mayor parte del texto profusamente ilustrado.*

HUXLEY.—Introducción al estudio de la Ciencia.

MEUNIER.—Historia del Arte.

DUFOUR.—Diccionario de las falsificaciones.

FLAMMARIÓN.—Astronomía popular.

» —A través del espacio.

» —¿Qué es el cielo?

» —Los terremotos.

FERRIÈRE.—El darwinismo.

F. PAULHAN.—La fisiología del espíritu.

L. BROTHIER.—Historia de la Tierra.

VARIOS AUTORES.—Las estrellas y los cometas.

SERIEUX Y MATHIEU.—El alcoholismo y sus estragos.

ZABOROWSKI.—Los mundos desaparecidos.

AMIGUES.—Excursiones celestes.

LEMONNIER.—Higiene de la cocina.

ACLOQUE (A.).—Los insectos perjudiciales.

J. P. MAHAFFY.—La antigüedad griega.

A. S. WILKINS.—La antigüedad romana.

*Precio de cada volumen, á la rústica. 2 reales*

*Los mismos, encuadernados en tela. . 3 »*