

BIBLIOTECA
DE
ENSEÑANZA POPULAR

Camilo Flammarion

Astronomía
Popular

Modernizada por **JOSÉ COMAS SOLA**

Director del Observatorio Astronómico del Tibidabo (Barcelona)

Ilustrada con 108 grabados



Barcelona
—
F. GRANADA Y C.^ª
EDITORES



ASTRONOMÍA POPULAR

Fig.

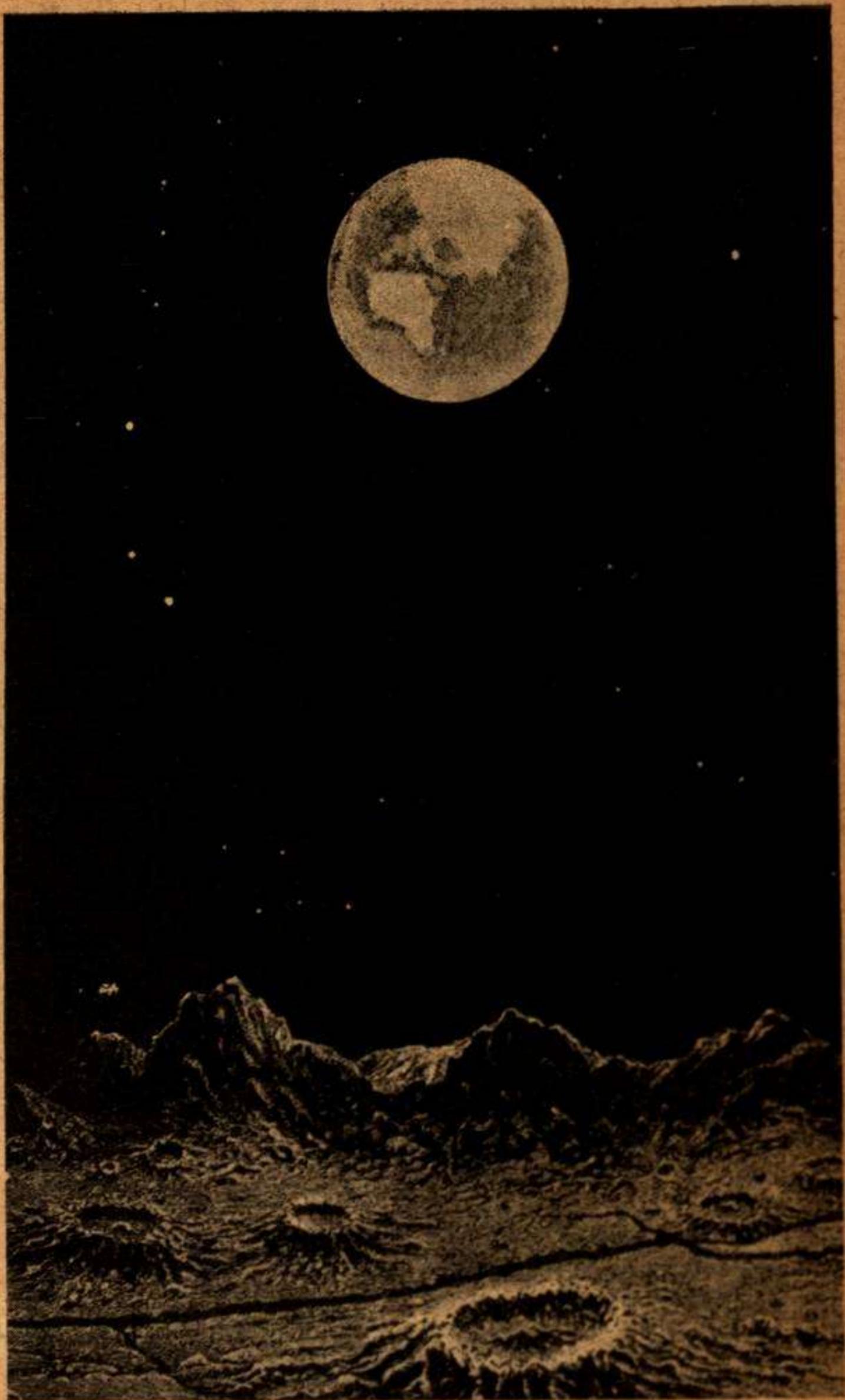


Fig. 56.—La Tierra aislada en el espacio tal como se vería desde la Luna

6494
94 Natural
50
BIBLIOTECA DE ENSEÑANZA POPULAR

CAMILO FLAMMARIÓN

ASTRONOMÍA POPULAR

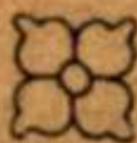
MODERNIZADA

POR

JOSÉ COMAS SOLÁ

Director del observatorio astronómico del Tibidabo (Barcelona)

Edición ilustrada con 109 grabados



BARCELONA

F. GRANADA Y C.^a, EDITORES

Calle de Escudillers, 20

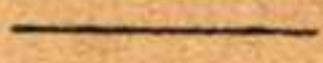
1906

Tip. EL ANUARIO DE LA EXPORTACIÓN, Paseo de S. Juan, 54
(*Obra compuesta con máquinas LINOTYPE*)

ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
INTRODUCCIÓN	7
<i>Lección primera.</i> —La Tierra es redonda.	16
<i>Lección segunda.</i> —La Tierra está aislada en el espacio	28
<i>Lección tercera.</i> —La Tierra gira sobre sí misma	40
<i>Lección cuarta.</i> —El día y la noche	51
<i>Lección quinta.</i> —La Tierra gira alrededor del Sol	67
<i>Lección sexta.</i> —Los climas y las estacio- nes	76
<i>Lección séptima.</i> —Círculos y zonas te- rrestres.	87
<i>Lección octava.</i> —El Sol	95
<i>Lección novena.</i> —La Luna	110
<i>Lección décima.</i> —El mundo lunar.	126
<i>Lección undécima.</i> —Los Eclipses... ..	141
<i>Lección duodécima.</i> —Ojeada general so- bre el sistema solar,	158

	<u>Págs.</u>
<i>Lección décimatercera.</i> —Los planetas medianos... ..	171
<i>Lección décimacuarta.</i> —Los grandes planetas	186
<i>Lección décimaquinta.</i> —Los cometas ...	197
<i>Lección décimasexta.</i> — Las estrellas fugaces	210
<i>Lección décimaséptima.</i> — El cielo estrellado.	217
<i>Lección décimaoctava.</i> —Las constelaciones... ..	225
<i>Lección décimanovena.</i> —Las estrellas ...	242
<i>Lección vigésima.</i> — El Calendario	254

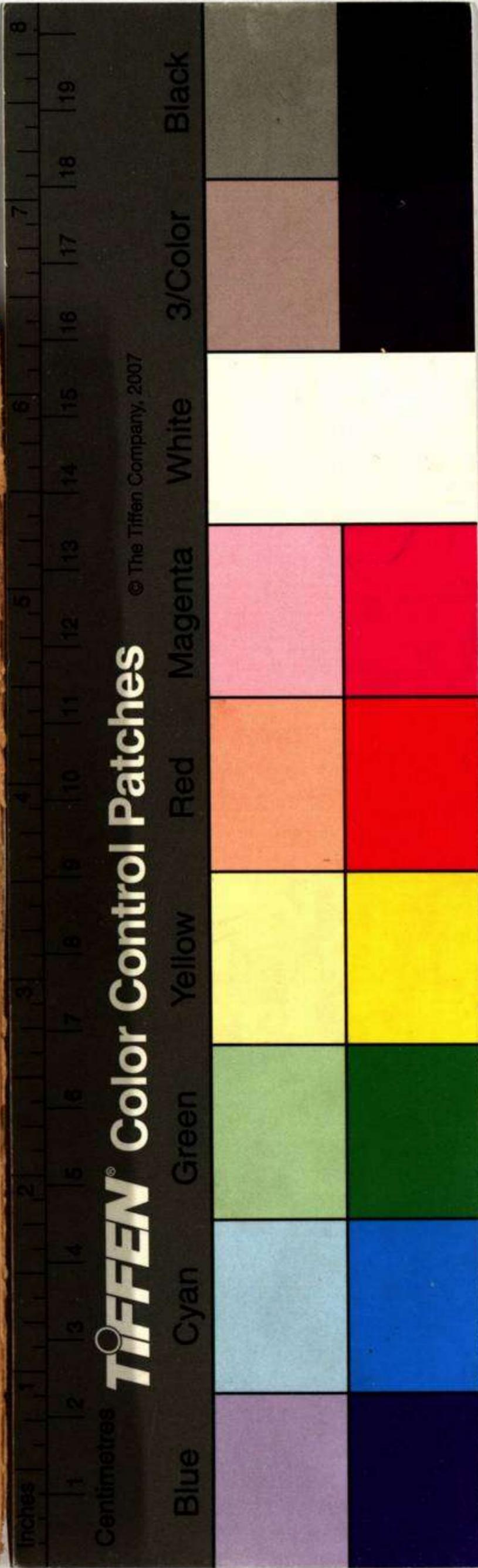




INTRODUCCION

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 donde proceden los diversos climas, las estaciones? — 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 patriarcas 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 de-

cir: 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 corrigieron 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 aún más preciosos, y con sus cálculos y observaciones lograron conocer 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 in-

menso progreso. Hasta entonces sólo habían podido observarse los astros á simple vista, y he ahí que se inventa un instrumento 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 con-

siderablemente á nuestra vista los astros que con ellos se observan.

Se llama *telescopio* un instrumento aná-

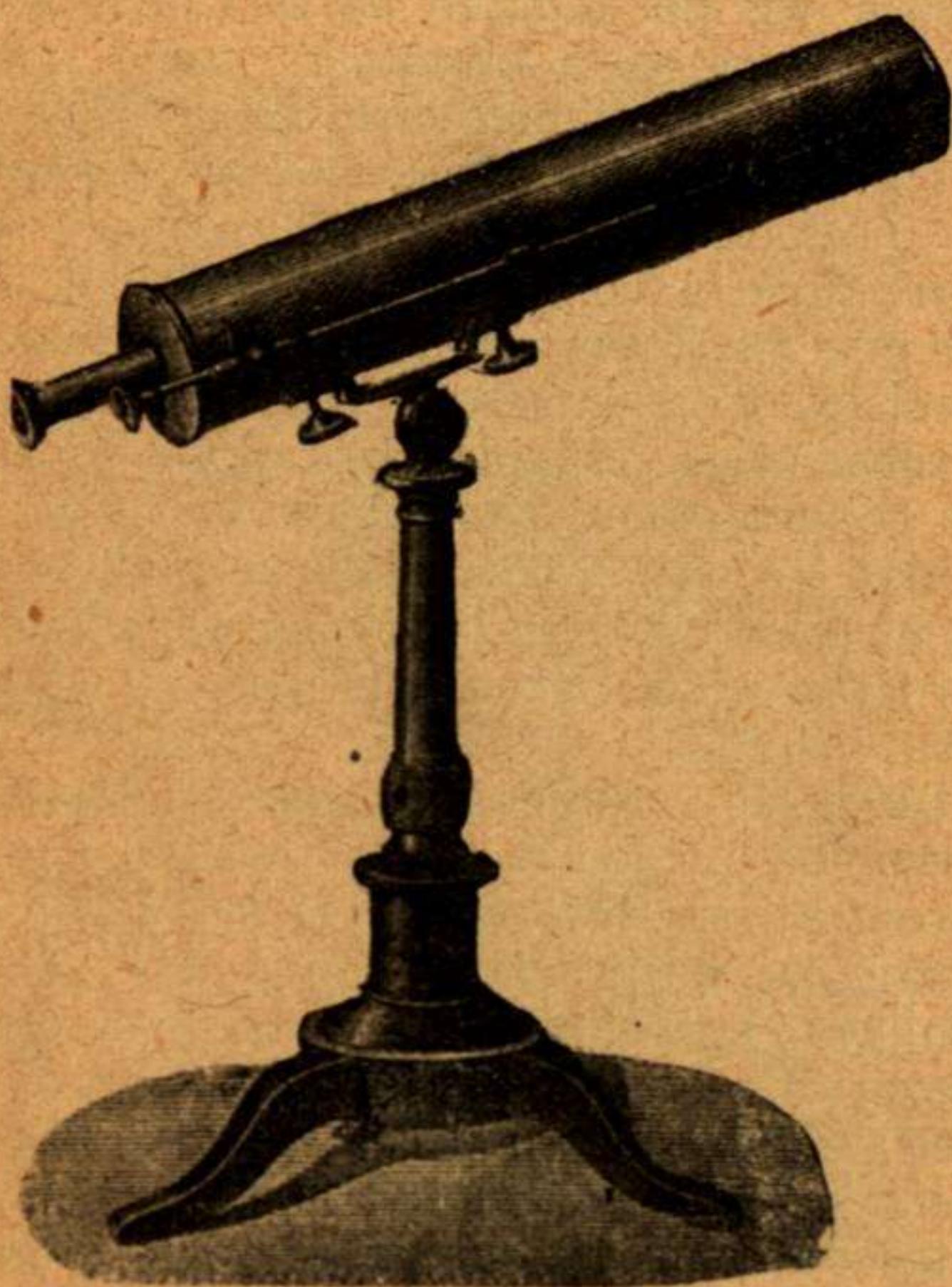


Fig. 1.—Anteojo de aumento

logo 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.

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 vivieron *Copérnico*, el polaco; el italiano *Galileo*; *Kepler* era alemán; *Newton*, inglés; *Herschel* había nacido en Hannover, y *Laplace* era francés; también hoy existen grandes sabios, observadores muy hábiles en todas las naciones. Como véis, 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.

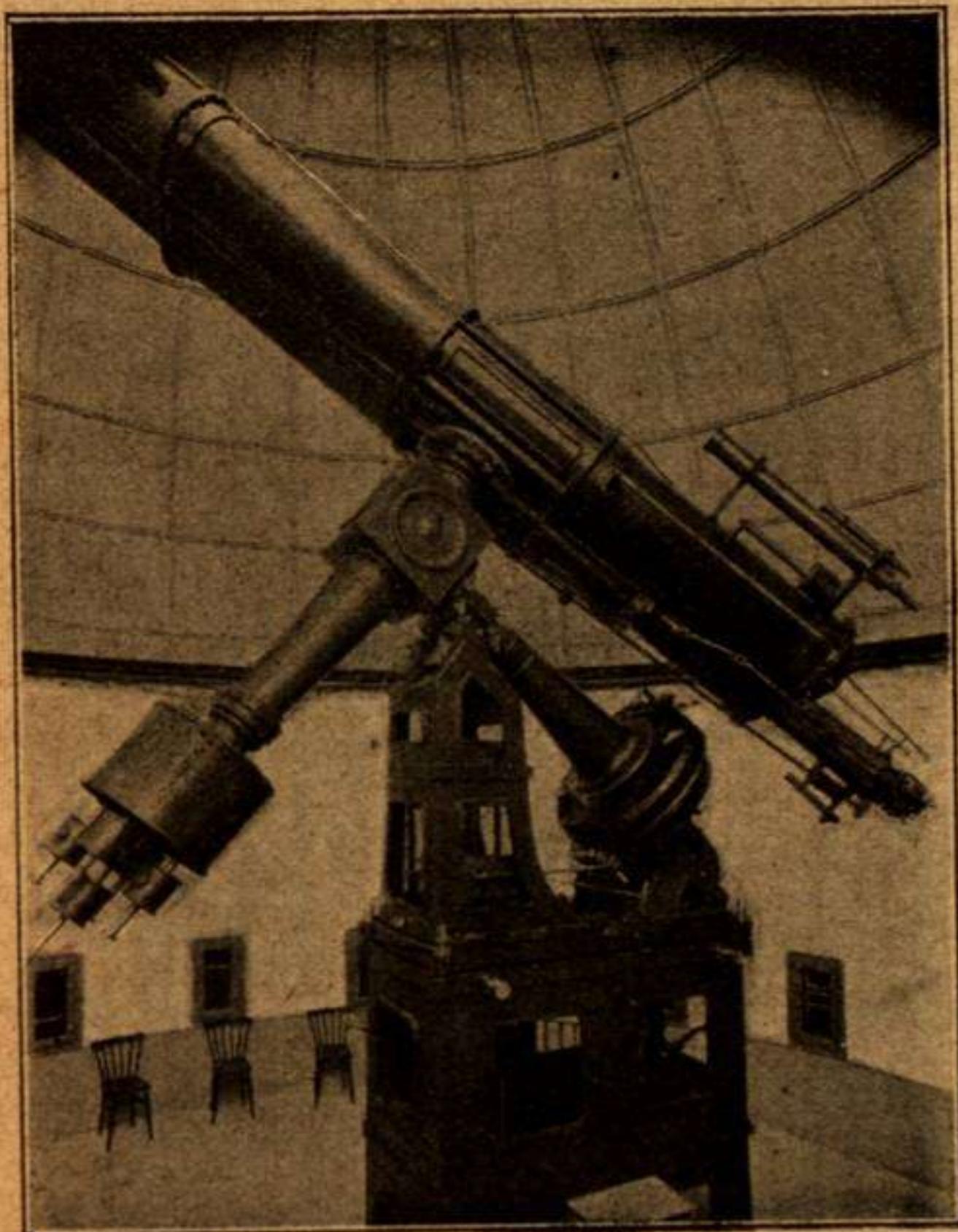
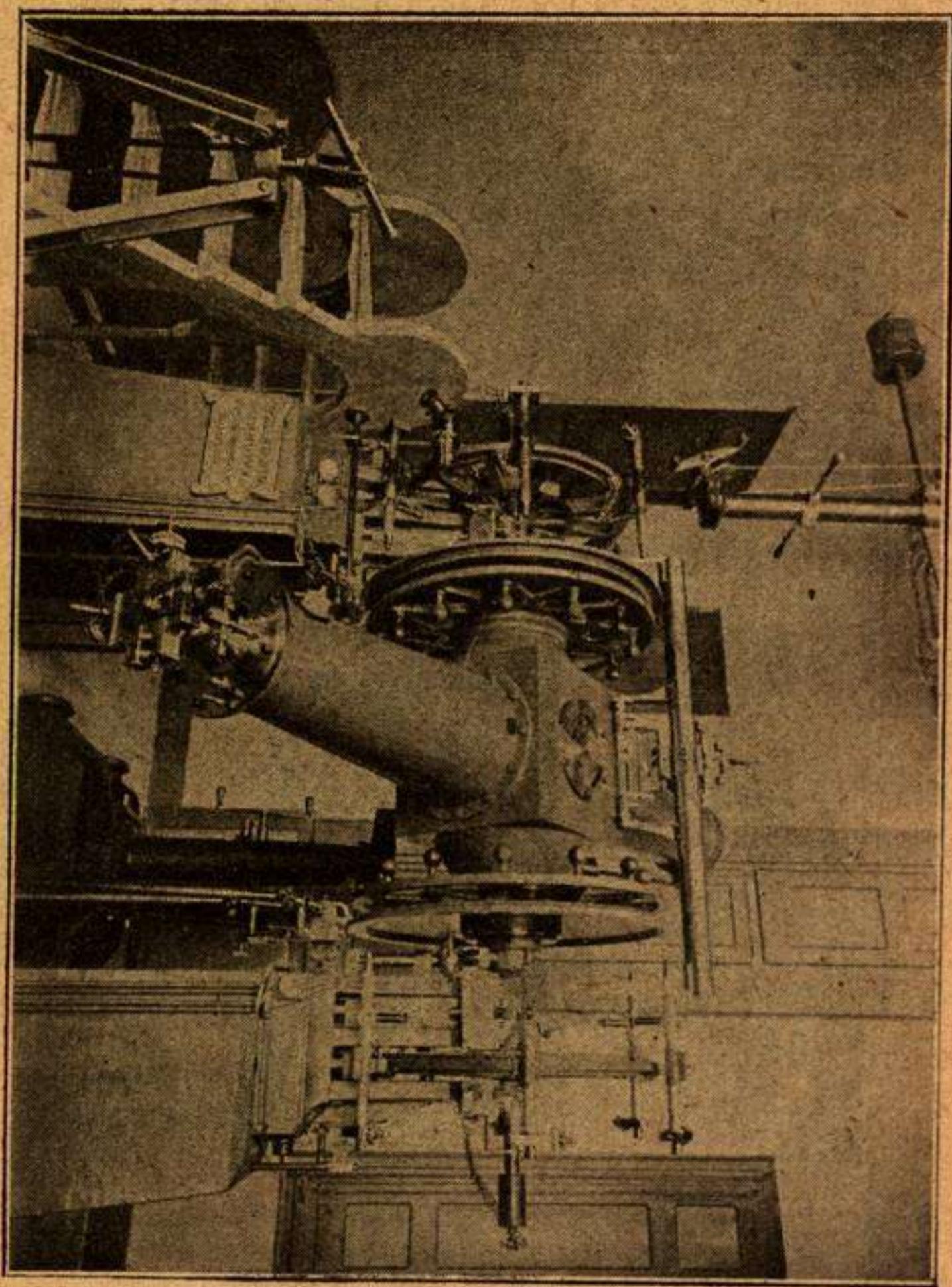


Fig. 2.—Gran telescopio *ecuatorial* del Observatorio Astronómico del Tibidabo (Barcelona)

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.

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



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 *à 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, tenéis 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 exten-

sión 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,

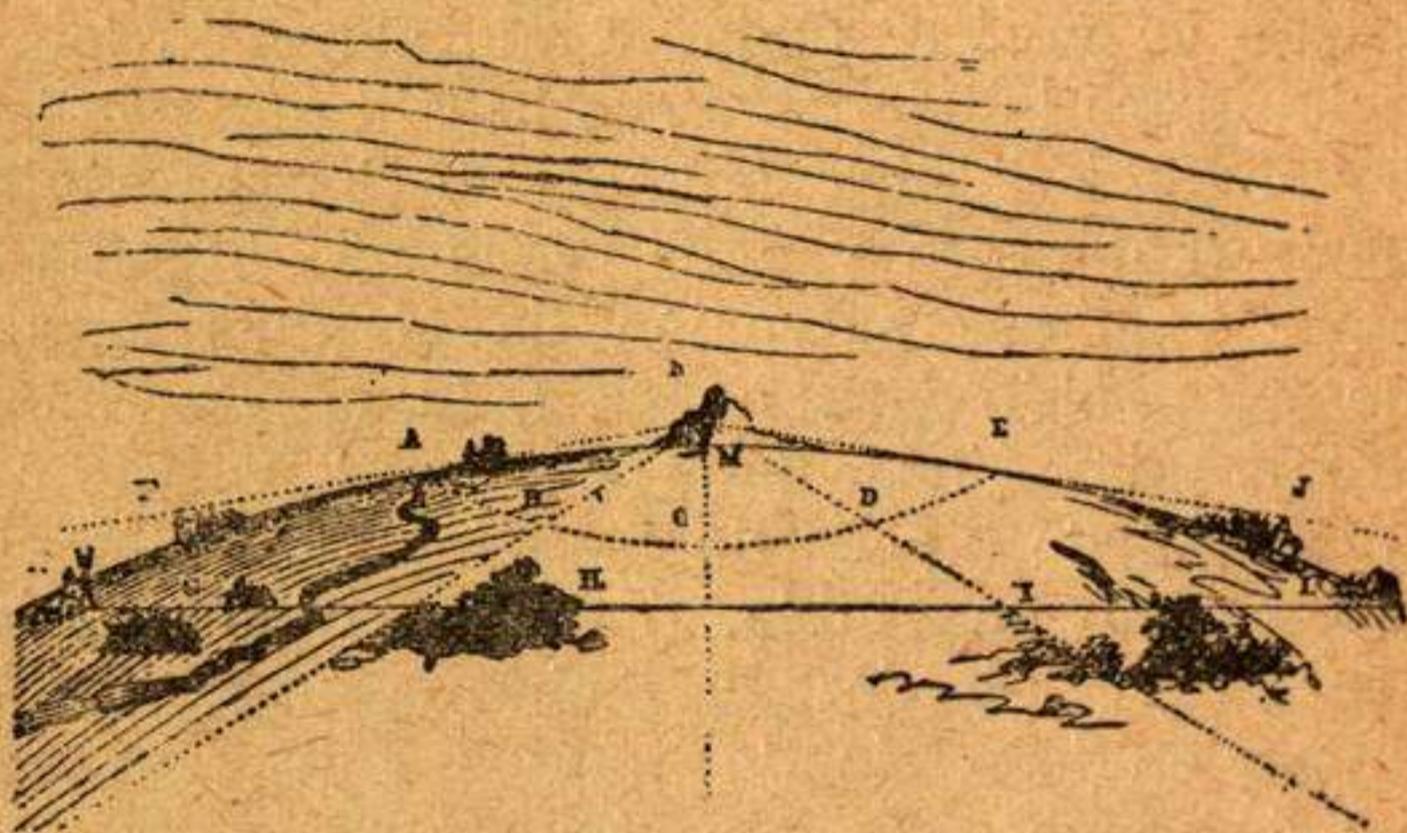


Fig. 4.—Curvatura de la Tierra. Límites del horizonte para un observador colocado en la llanura

sin interrupción. ¿Por qué no se ven? Precisamente porque la Tierra es redonda, *abombada*, y no llana. Si la Tierra fuera plana veríamos 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 en que nos hallamos podemos ver igualmente

todo lo que está en torno nuestro hasta el punto en que nuestra mirada rase 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

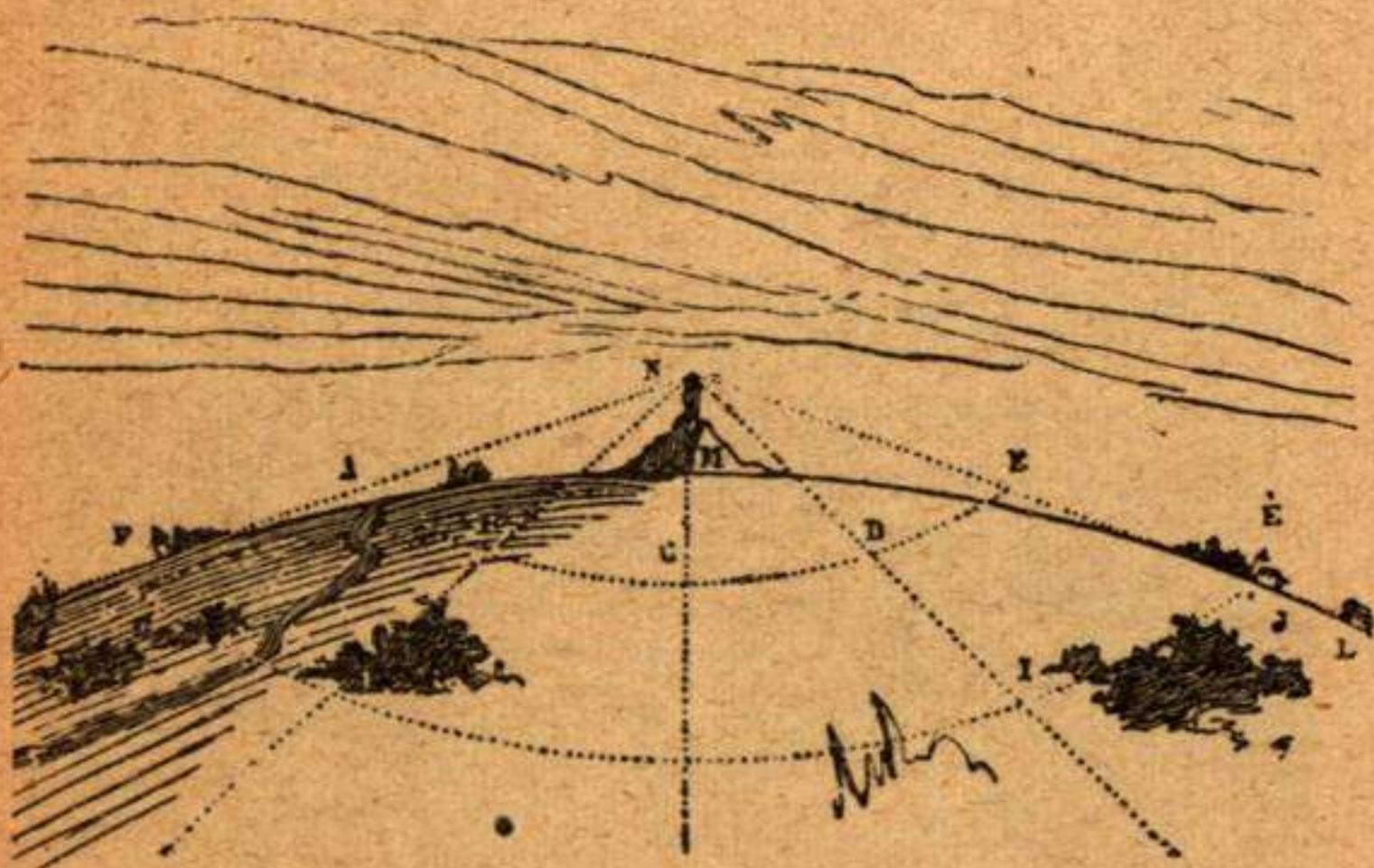


Fig. 5.—El observador situado en una montaña, descubre un horizonte muy vasto

redondez, la *curvatura* de la tierra nos lo impide. 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 también, 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 llanura, subimos á una montaña, nuestra vista se

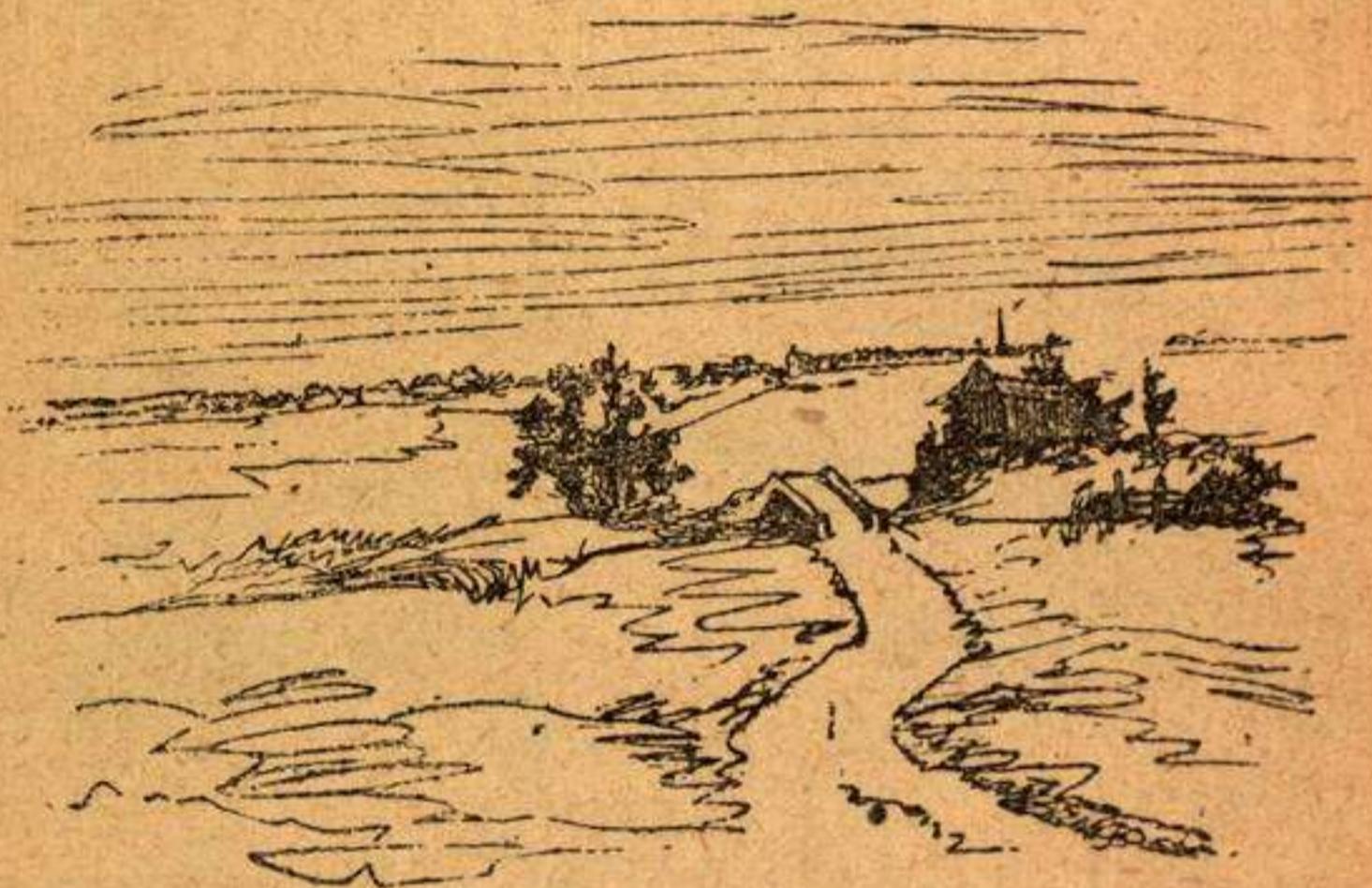


Fig. 6.—El pueblo visto desde lejos.—El horizonte sólo permite ver las partes más elevadas de los edificios

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 *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 contem-

plar 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 objetos K, L, situados más lejos, continúan ocultándosele.

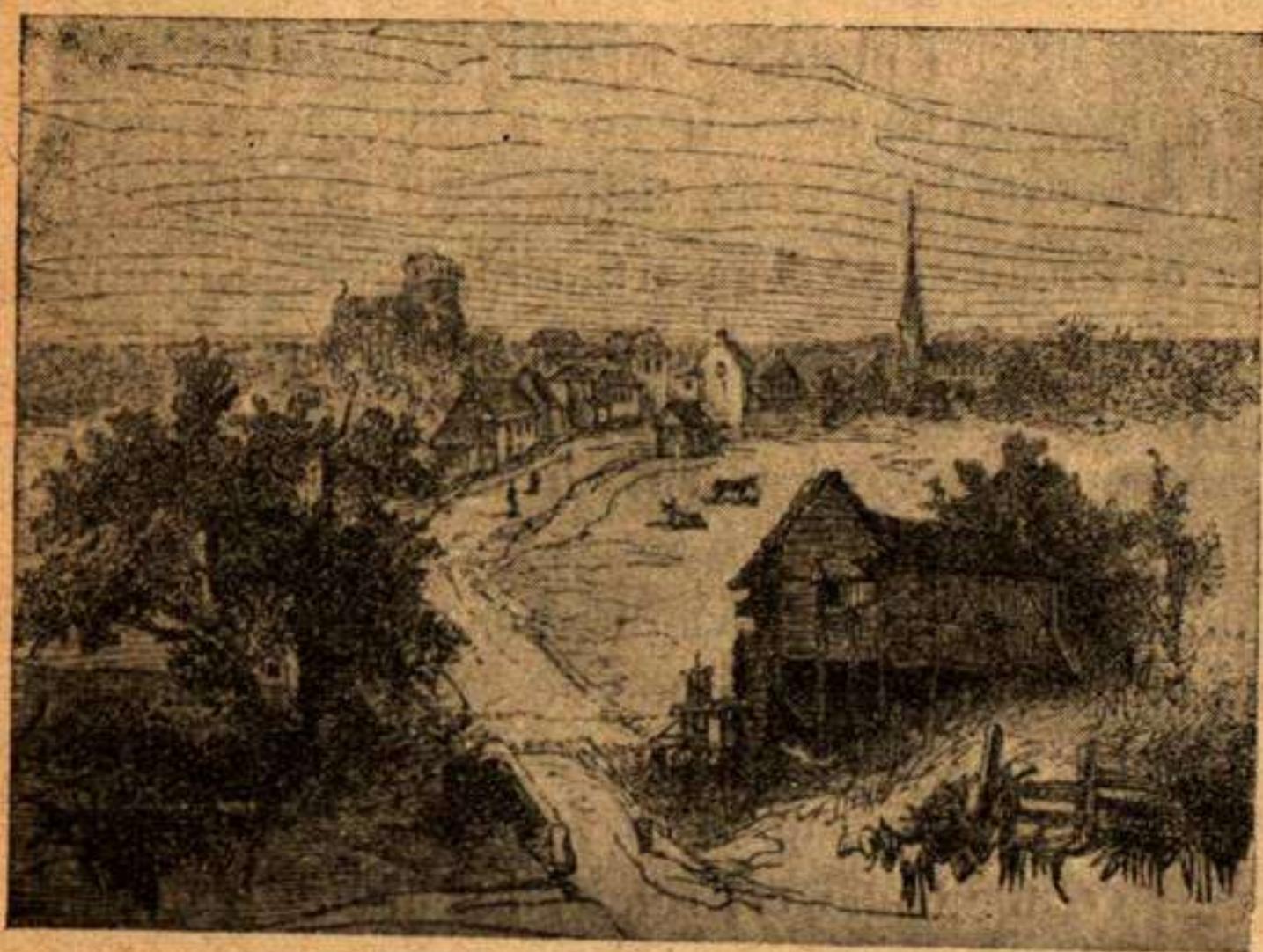


Fig. 7.—El pueblo visto de más cerca; véñse por completo los edificios; el horizonte queda más allá

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

riores, 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, esta parece *subir* lentamente, hasta el horizonte, donde al fin llega; luego créese verle *descender* tras el horizonte. El cuerpo de la embarcación desaparece primero y después las velas mas bajas, mientras aun se ven las velas altas y la punta de los mástiles que desaparece 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 último 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 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 precisa-

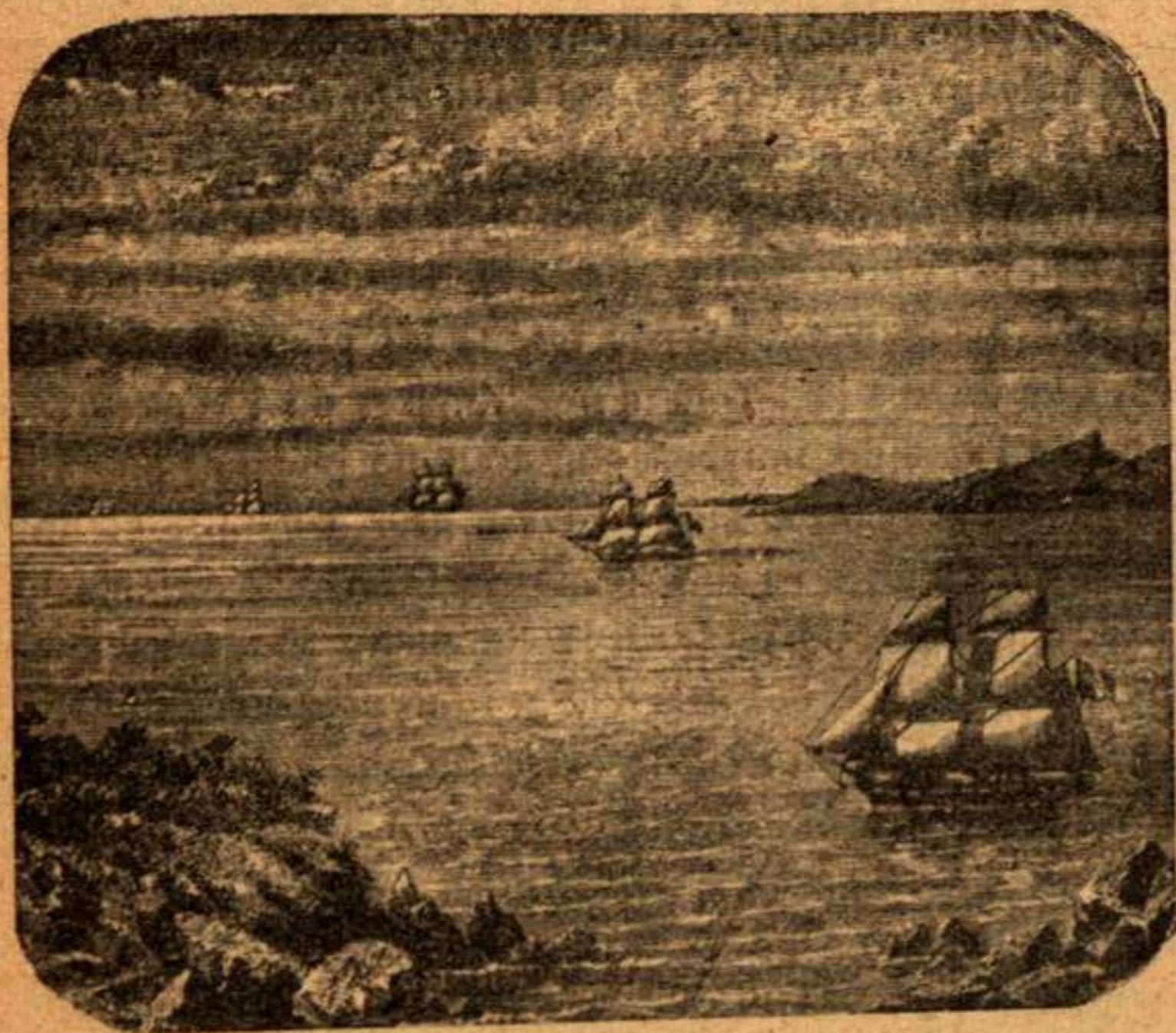


Fig. 8.—Curvatura del mar. Apariencias sucesivas de un barco que se aleja

mente 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. Supongámos 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 continua 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 buques de vapor, puede darse la vuelta al mundo en menos de dos meses...

Aun hay otras pruebas de la forma de la Tierra; 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 no-

sotros llamamos *un metro*. Han tomado desde luego la *cuarta parte* del contorno, ó como se dice, del *círculo máximo* (meridiano) de la Tie-

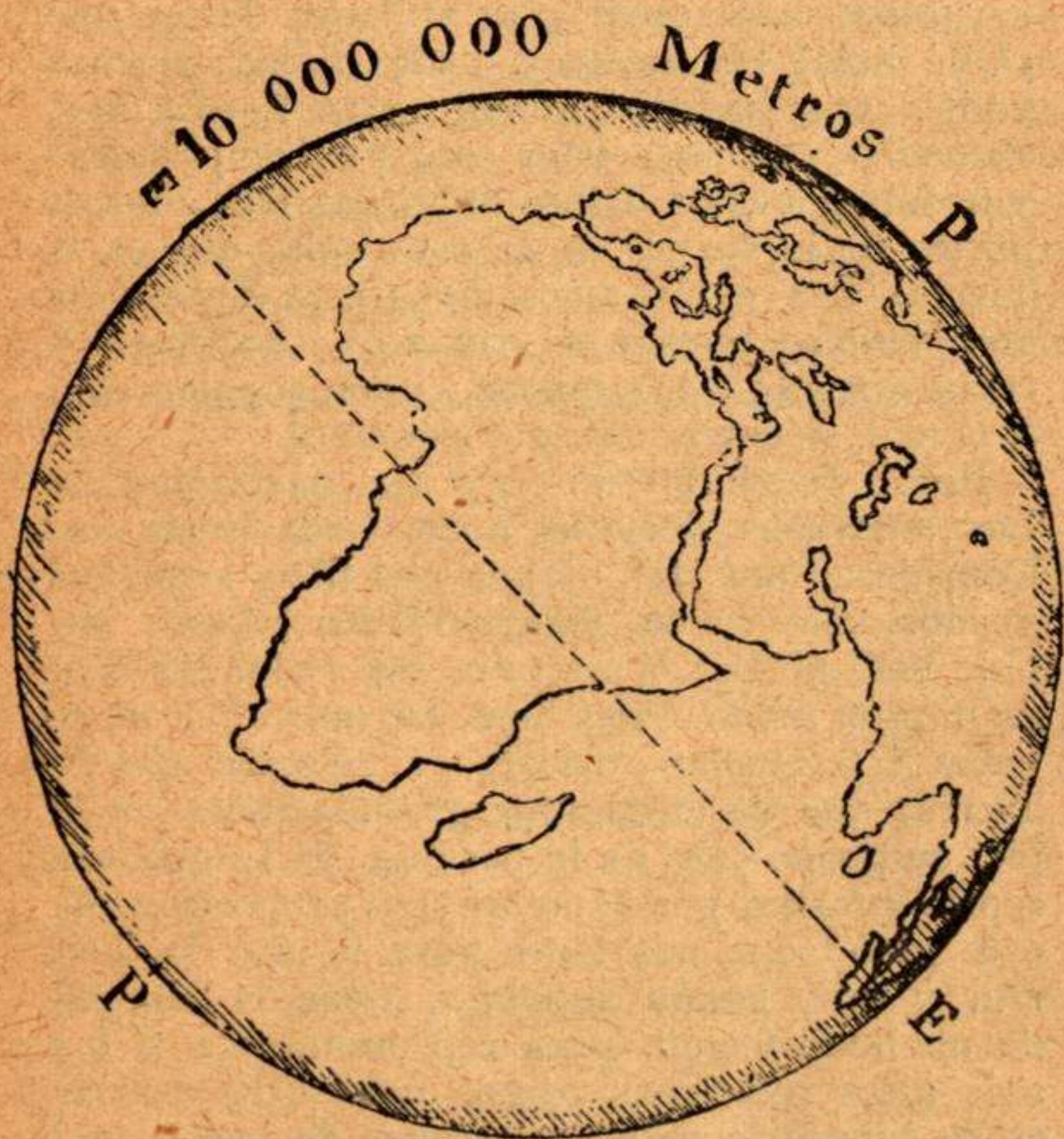


Fig. 9.—Medida del contorno de la Tierra

rra. 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, preguntaréis: «¿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, com-

prenderéis 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 redon-

dea en torno de nuestro globo. Esta *capa de aire*, es la que se llama la *atmósfera*. Su espe-

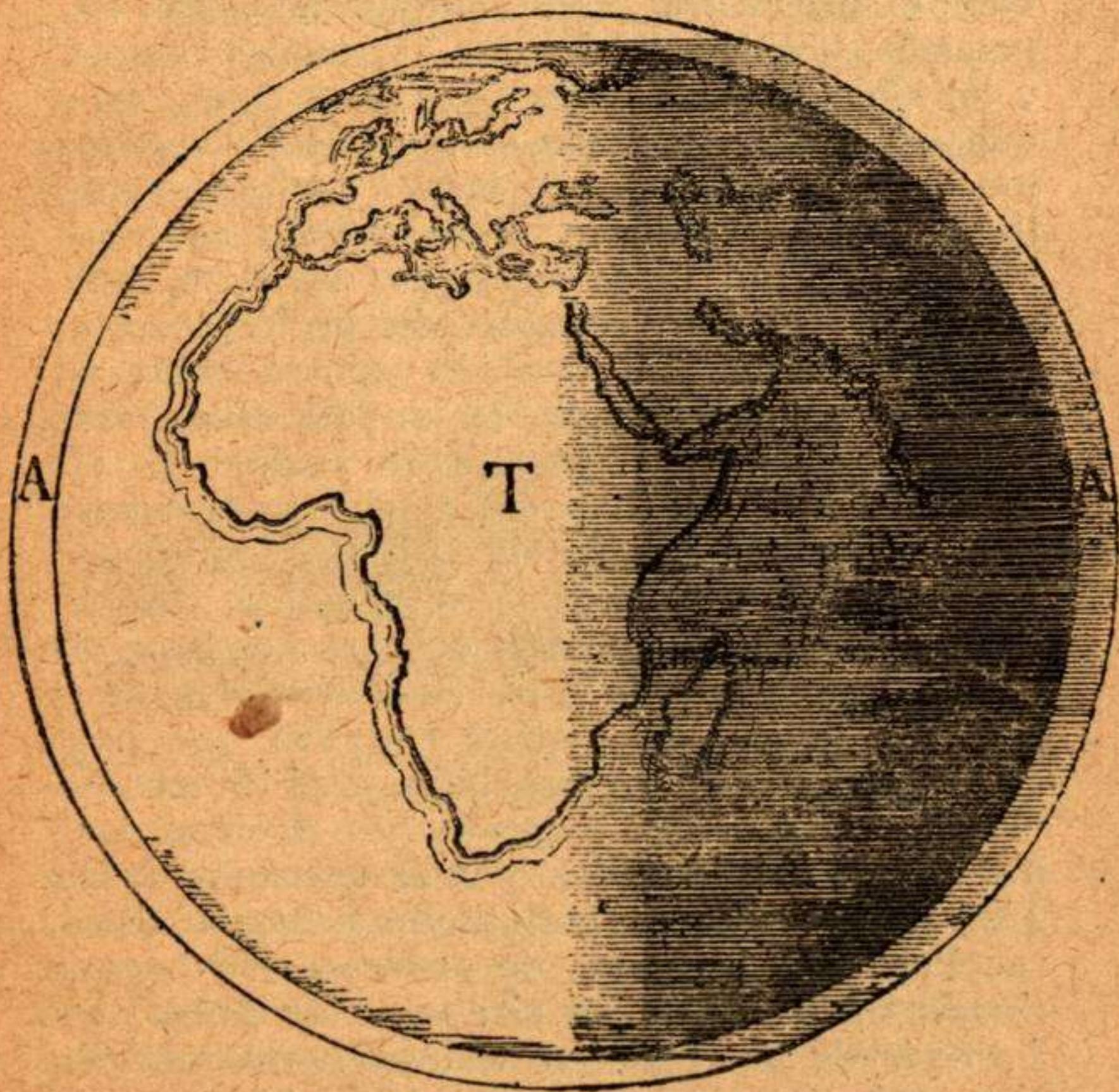


Fig. 10.—La Tierra rodeada de una capa de aire. *T*, es el globo sólido de la Tierra. *AA*, es el espesor de la capa de aire ó atmósfera.

sor 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, reconoceréis 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 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 alguna vez 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 hor-

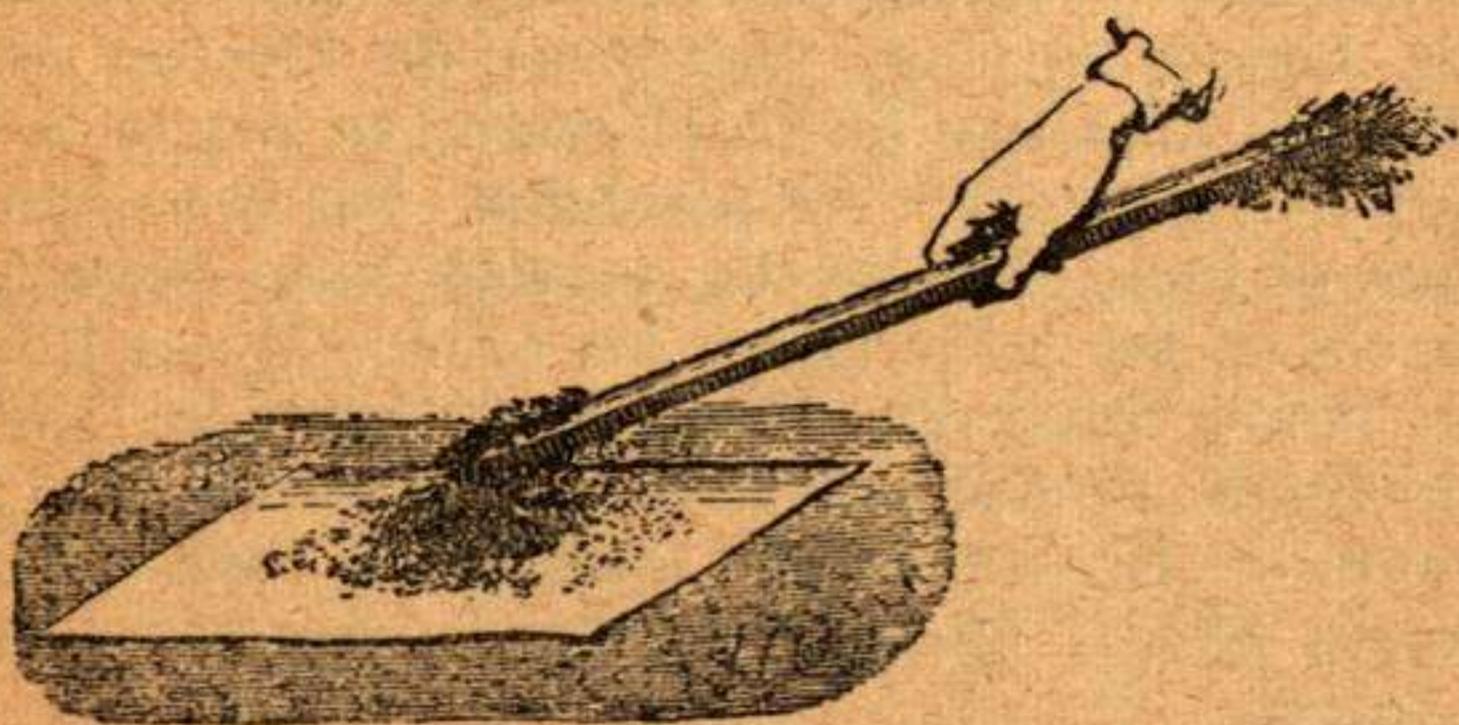


Fig 11.—Barra de acero imantada que atrae y retiene partículas de limaduras de hierro

migas 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 rios 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 como 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? ¿ Cómo 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 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 esfuerzo hacia arriba* para vencer la atracción de la Tierra que lo retiene. Así también todos los ob-

jetos, *en todos los lugares de la Tierra*, son atraídos hacia ella y retenidos en su superficie; no pueden por sí mismos separarse.



Fig. 12.—Plomada

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

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*.

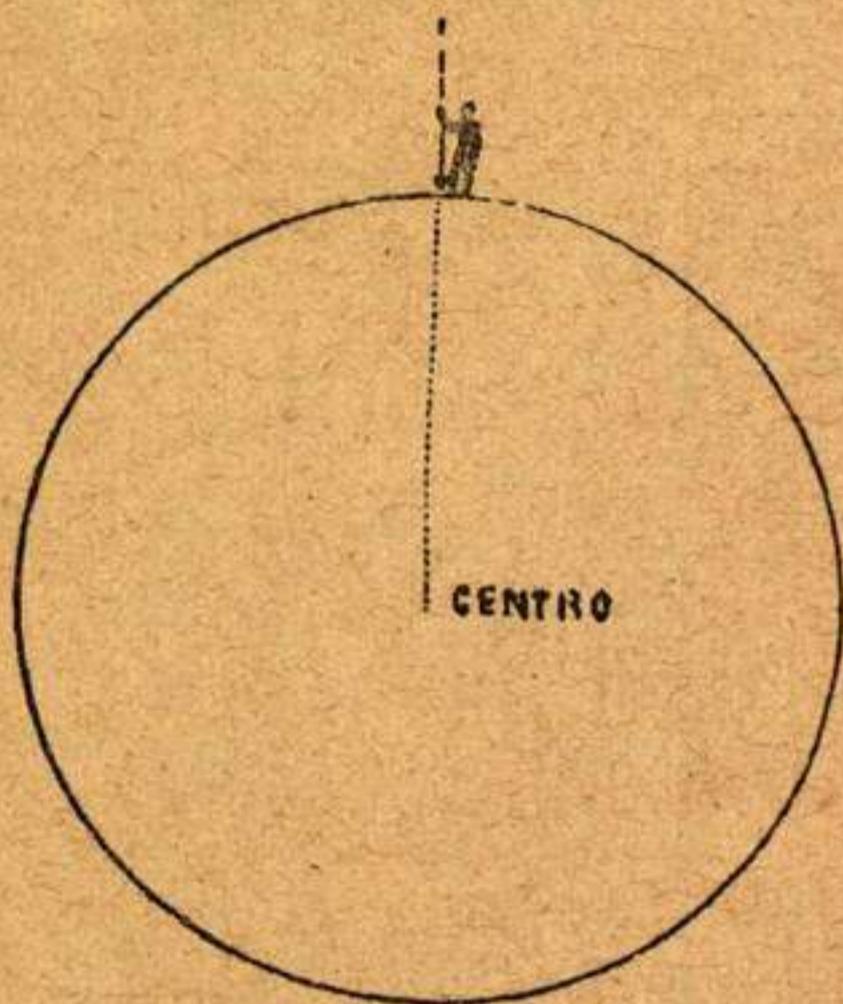


Fig. 13.—Dirección de la vertical indicada por la plomada

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 cuida 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

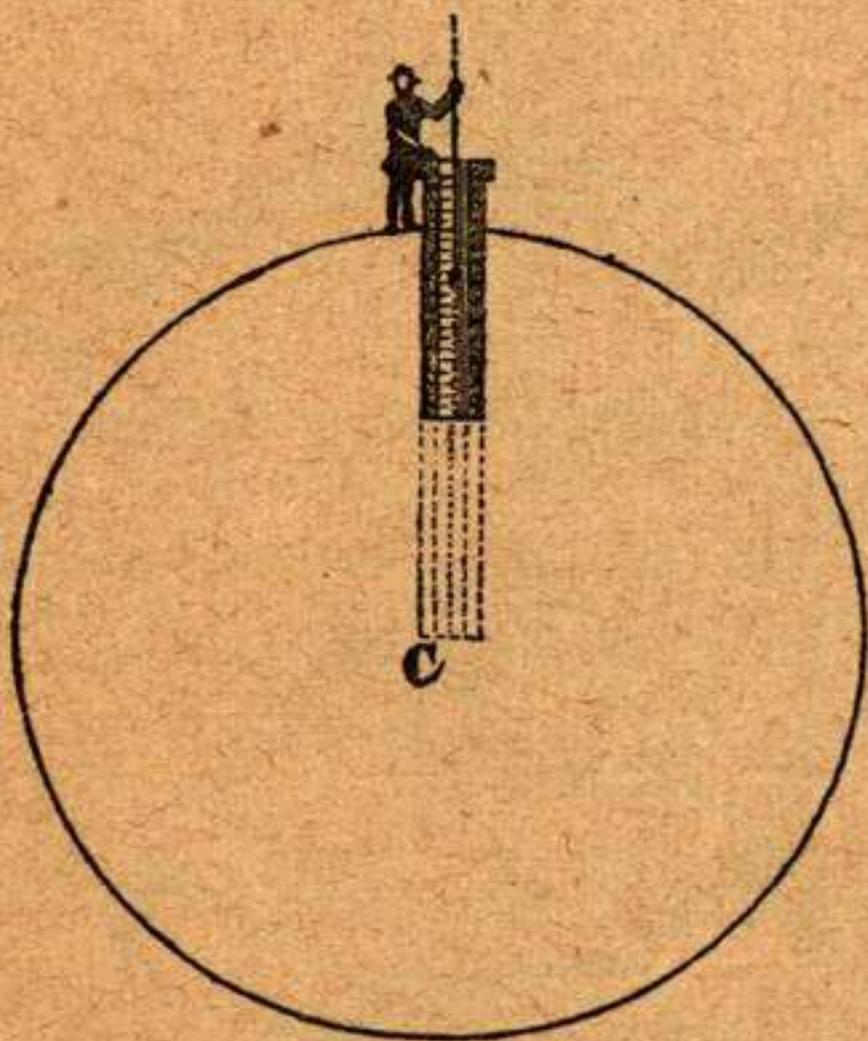


Fig. 14.—Pozo vertical que llegaría al centro de la Tierra si se prolongara suficientemente

verticales prolongadas, atravesando el espesor 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 aún, 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*; por doquiera tienen los pies hacia abajo, que es el interior de la Tierra, y la cabeza hacia el

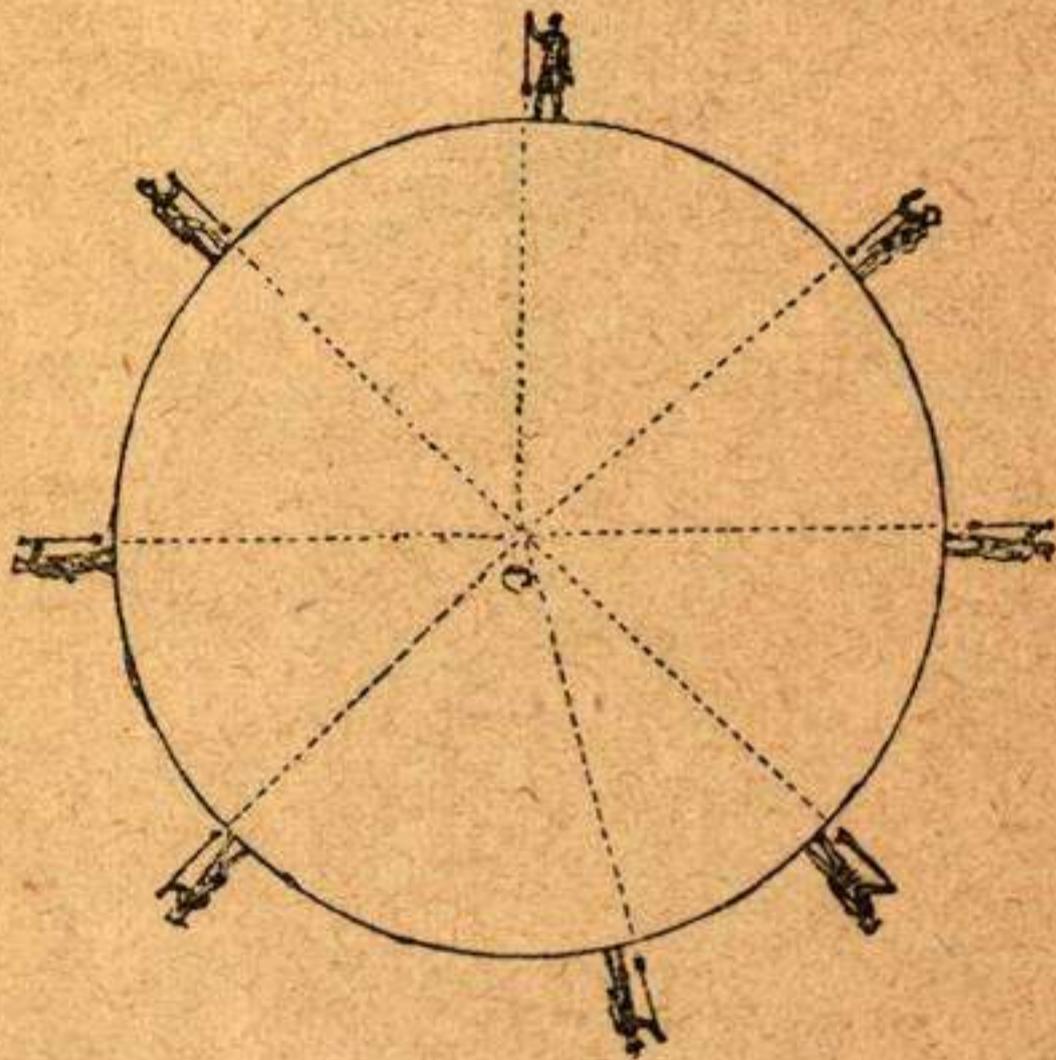


Fig. 15.—Posición de un observador y dirección de las verticales en diversos puntos de la Tierra

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 desli-

garos del suelo y sentiros 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

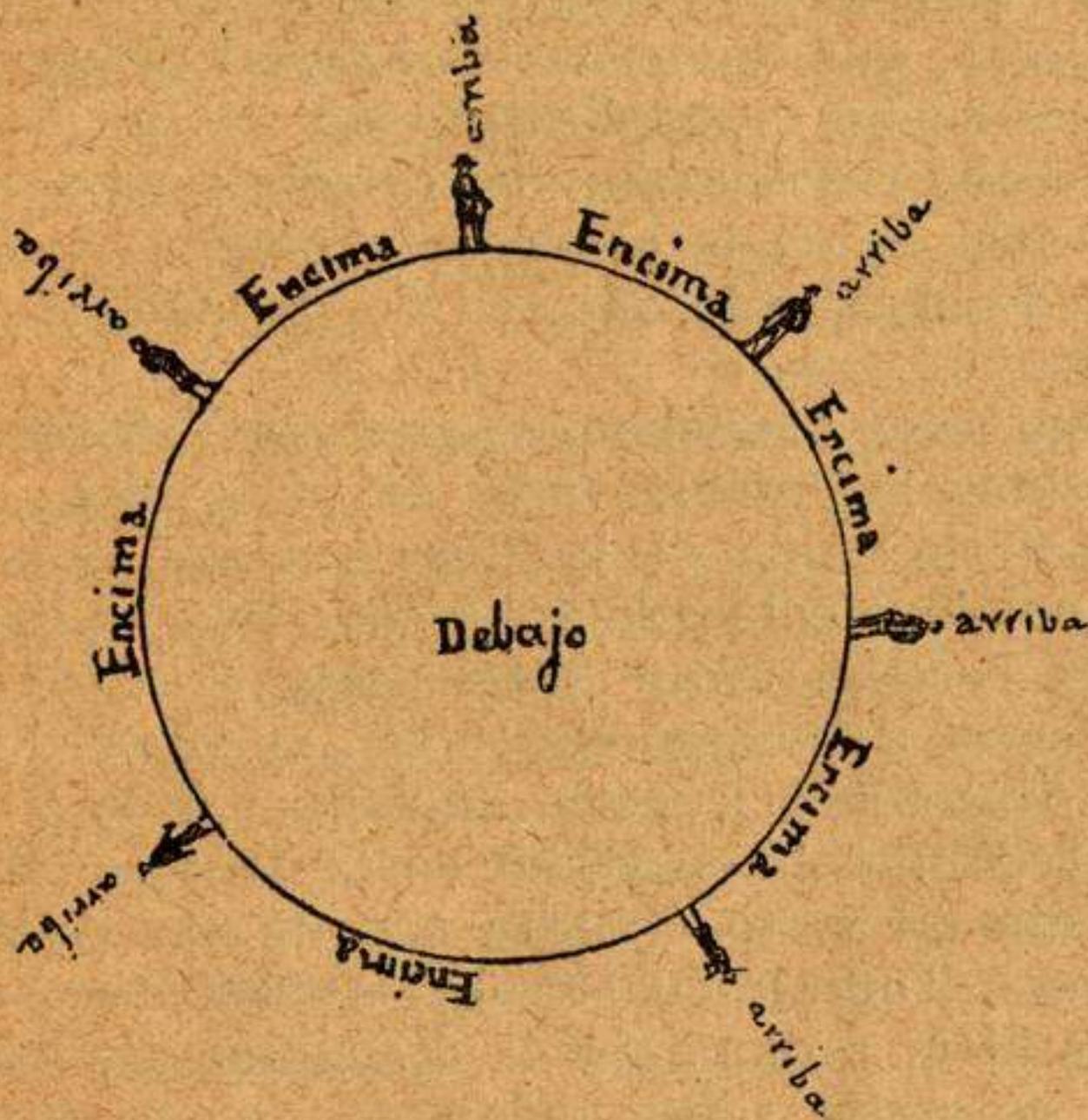


Fig. 16.—Posiciones de los habitantes en diversos puntos de la superficie de la Tierra

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 atae igualmente en todos

los sentidos, y, asimismo á su alrededor, el cielo.

Equilibrio de la Tierra en el espacio.—Esto sentido, 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 imaginarse 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 ¿quien 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 *bordè*, *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 en *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 avanzando hacia *la derecha* del observador que lo contempla, 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

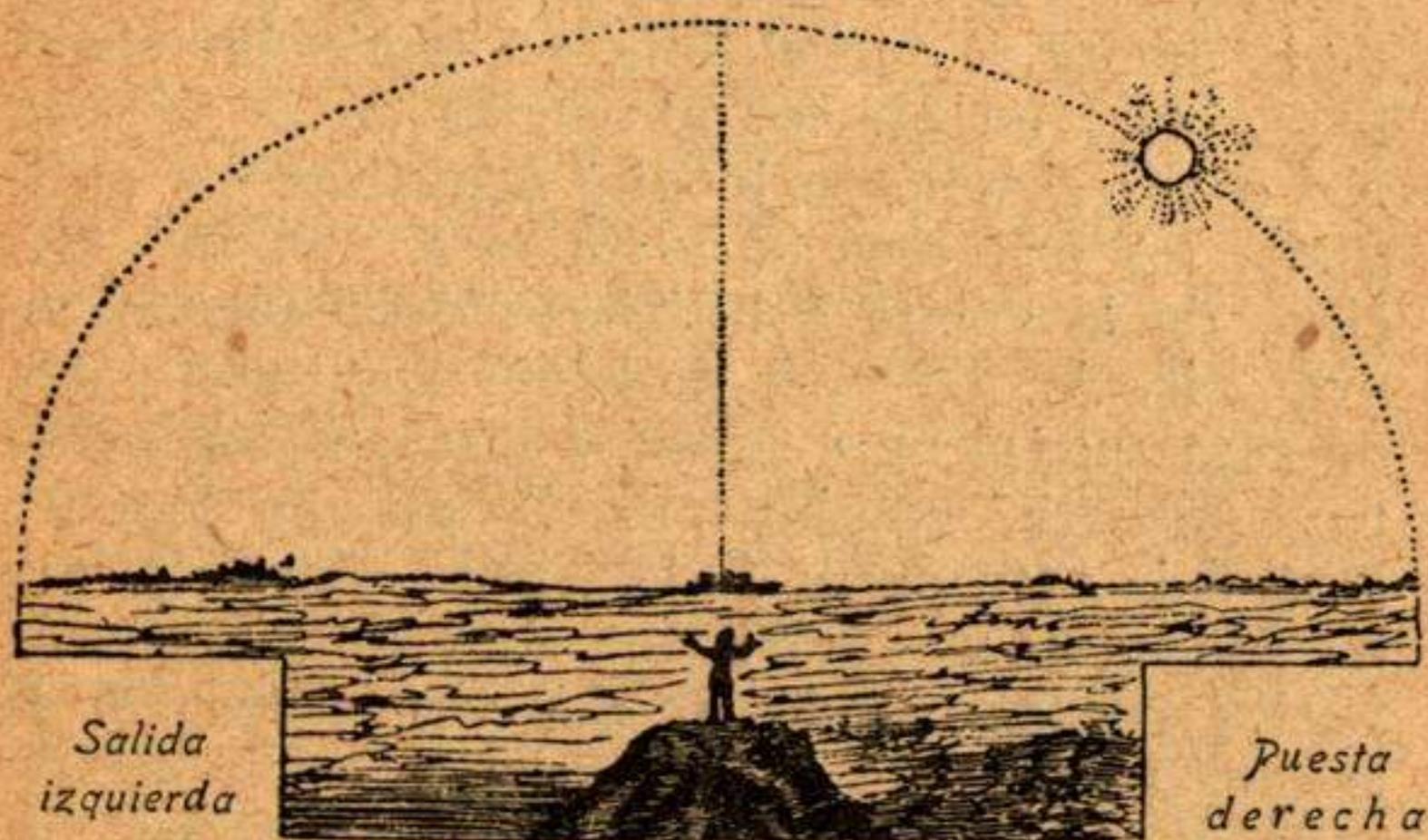


Fig. 17.—Camino aparente del Sol en el cielo, desde su salida hasta su puesta

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 se-

guir 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. No 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 nuestro 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 creíase 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 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 nosotros. ¿Es que la casa ha cambiado de lugar para salirnos 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 abrís la ventanilla para mirar *afuera*, ¡todo cambia! Veis pasar ante vosotros árboles, campos, pueblos. Llegan ante vosotros desde lejos, desfilan, desfilan cada vez empeñeciéndose 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 ilu-

sión. Viendo los objetos cómo 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 *tiovivo* 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 esos 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 desenfrenadas 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 parecen 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 puesto

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

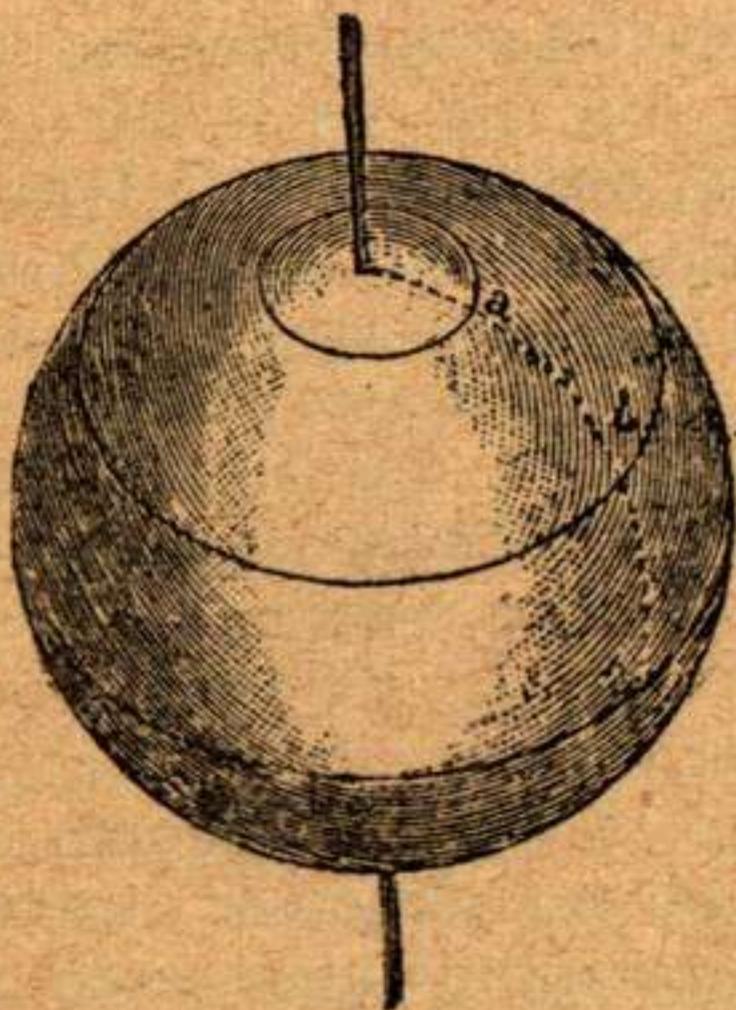


Fig. 18.—Bola atravesada con una aguja, y representando la Tierra

rodar la aguja entre los dedos, haced lo propio 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, llámanse 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 superficie 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. 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

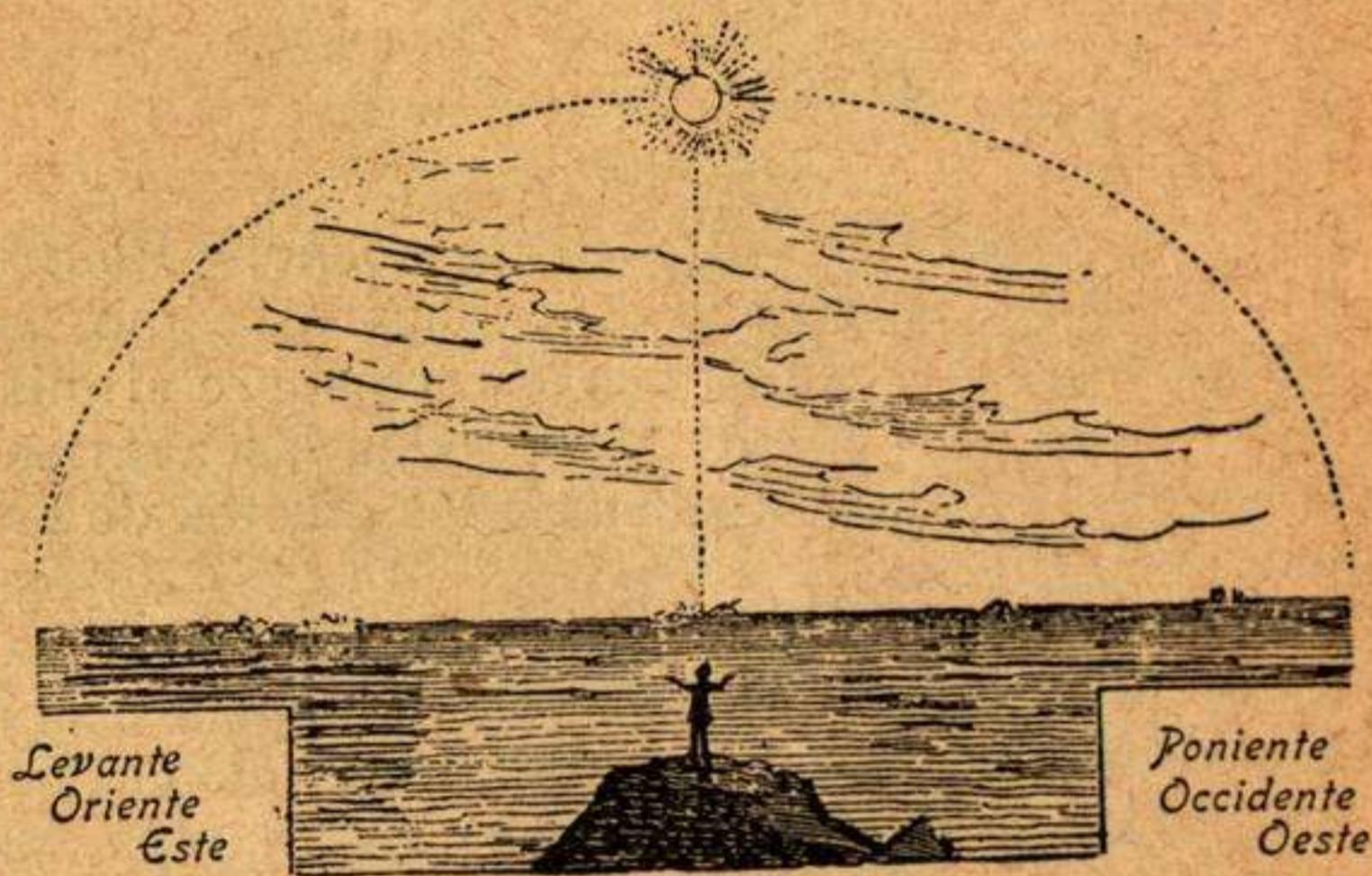


Fig. 19.—El Sol á mediodía, en la mayor elevación de su curva aparente. El observador que mira el Sol, tiene delante el Mediodía, detrás el Norte, el Este á la izquierda y el Oeste á la derecha.

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 las paredes y las casas dan poca sombra en la mitad del día. Por consiguiente hemos llegado al mediodía; Volvámonos hacia el Sol: la parte del horizonte sobre la que nos parece estar en este momento y que tenemos frente á noso-

tros, 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

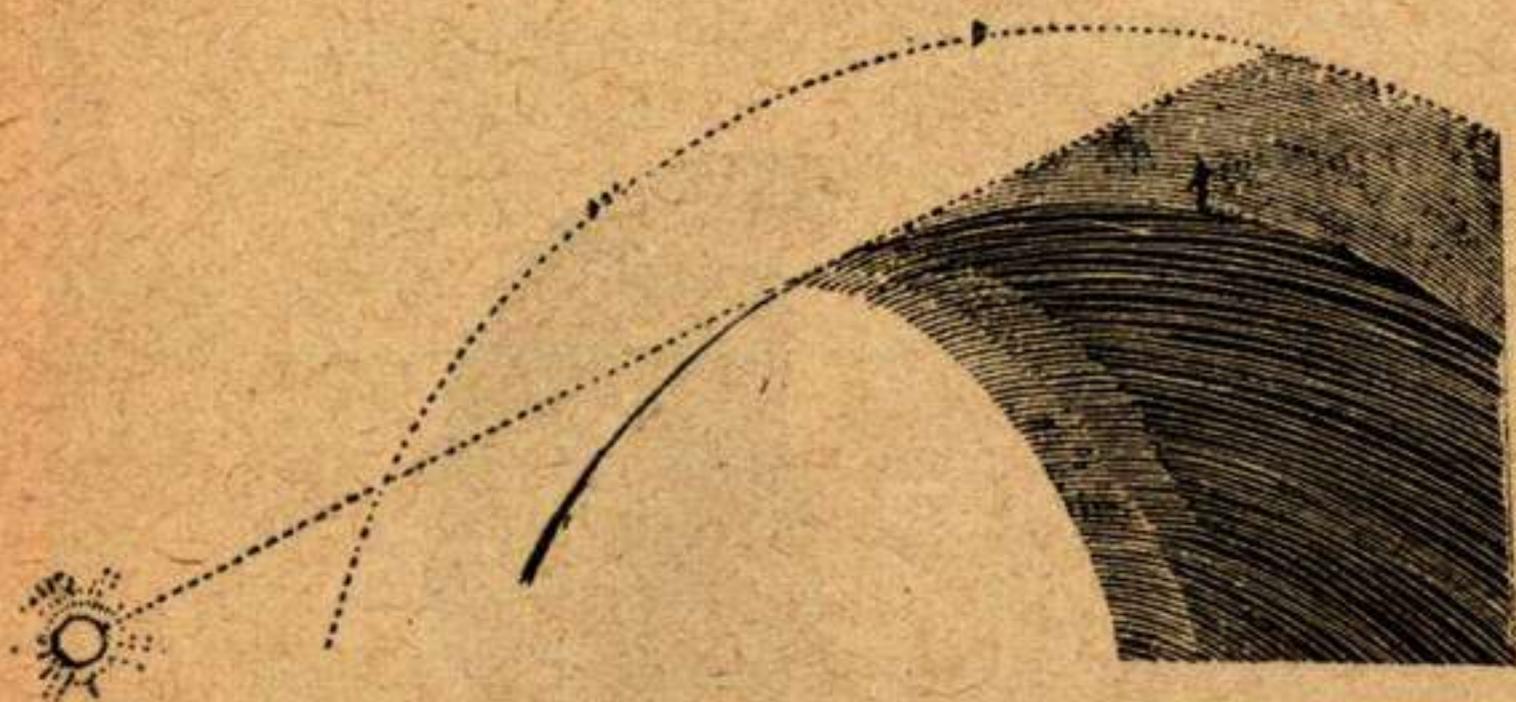


Fig. 20.—Crepúsculo. La parte superior de la atmósfera está aún iluminada por encima de una porción de la superficie del globo ya en la sombra.

Tierra, sus rayos llégannos 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 *cre-*

púsculo 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

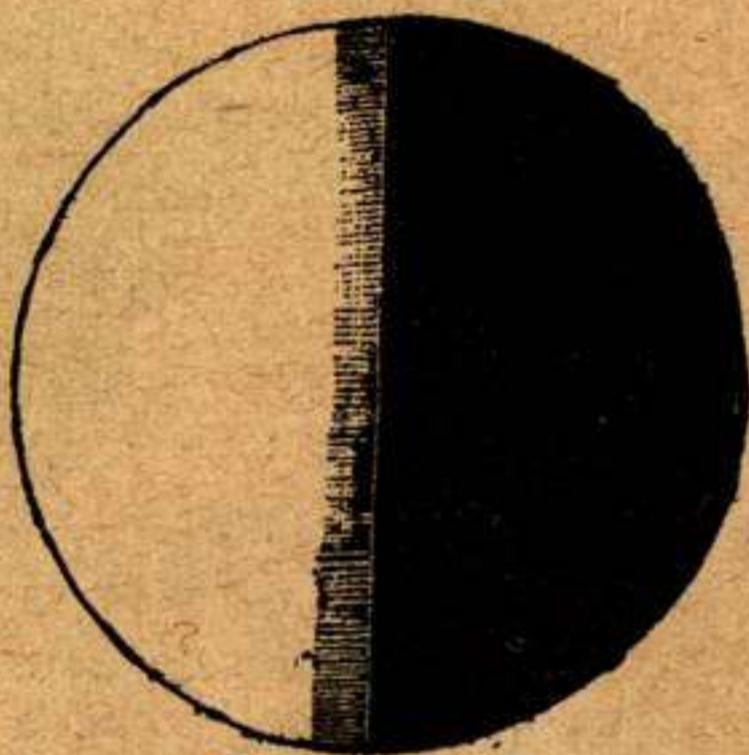


Fig. 21.—Bola iluminada por una parte, y obscura por otra

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 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

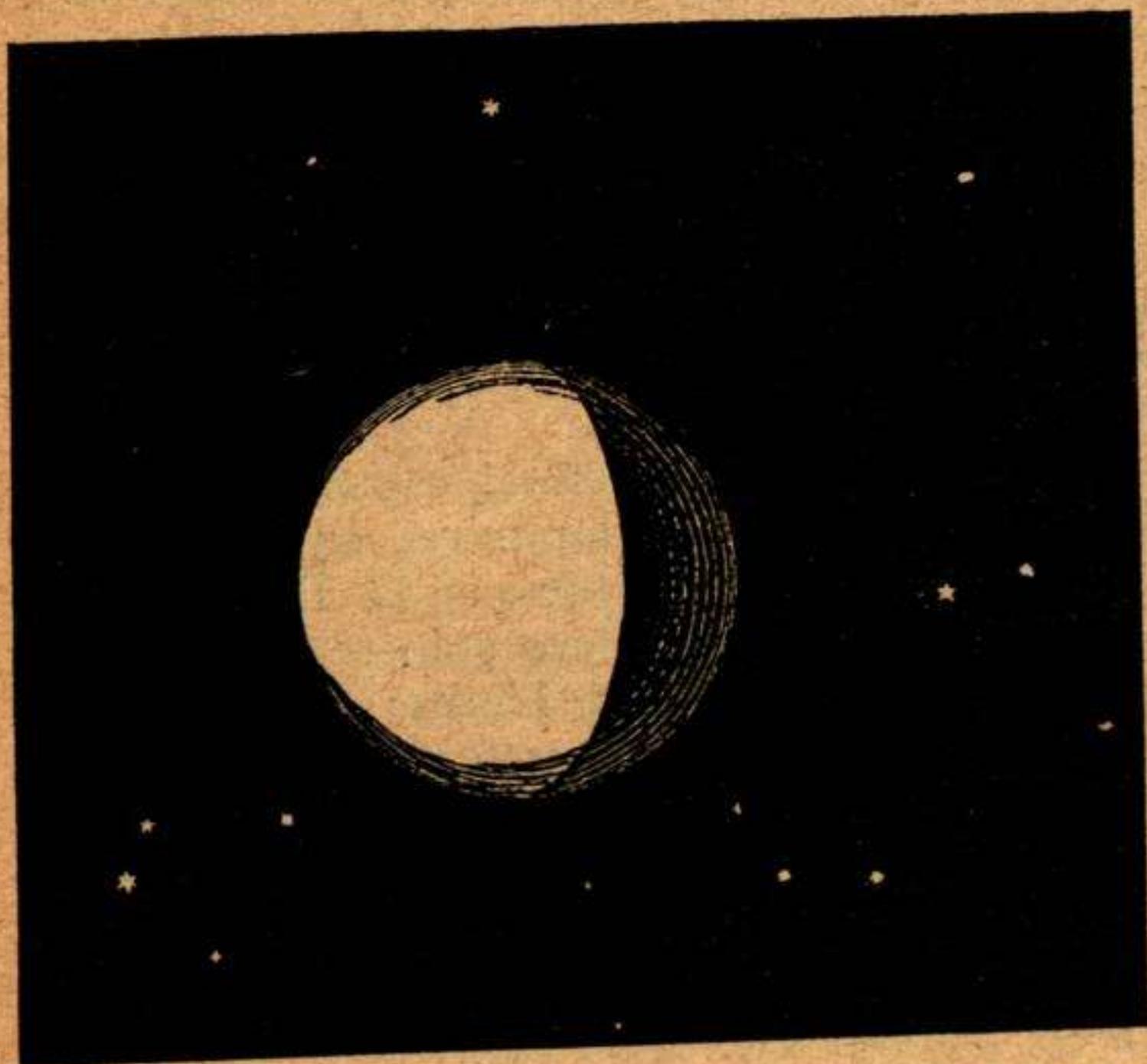


Fig. 22.—El día y la noche. La Tierra aislada flotando en el cielo é iluminada por una parte por el Sol

perdáis vuestro camino. *Orientándose* con mucho cuidado y exactitud, los navegantes logran dirigirse en el mar «donde no hay trazado camino alguno».

Distribución de la luz por el globo: experiencia.—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, en 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 habitantes 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 obscura; 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, situa-

dos 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 rajas 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 cómo esos meridianos os producen el efecto de los radios

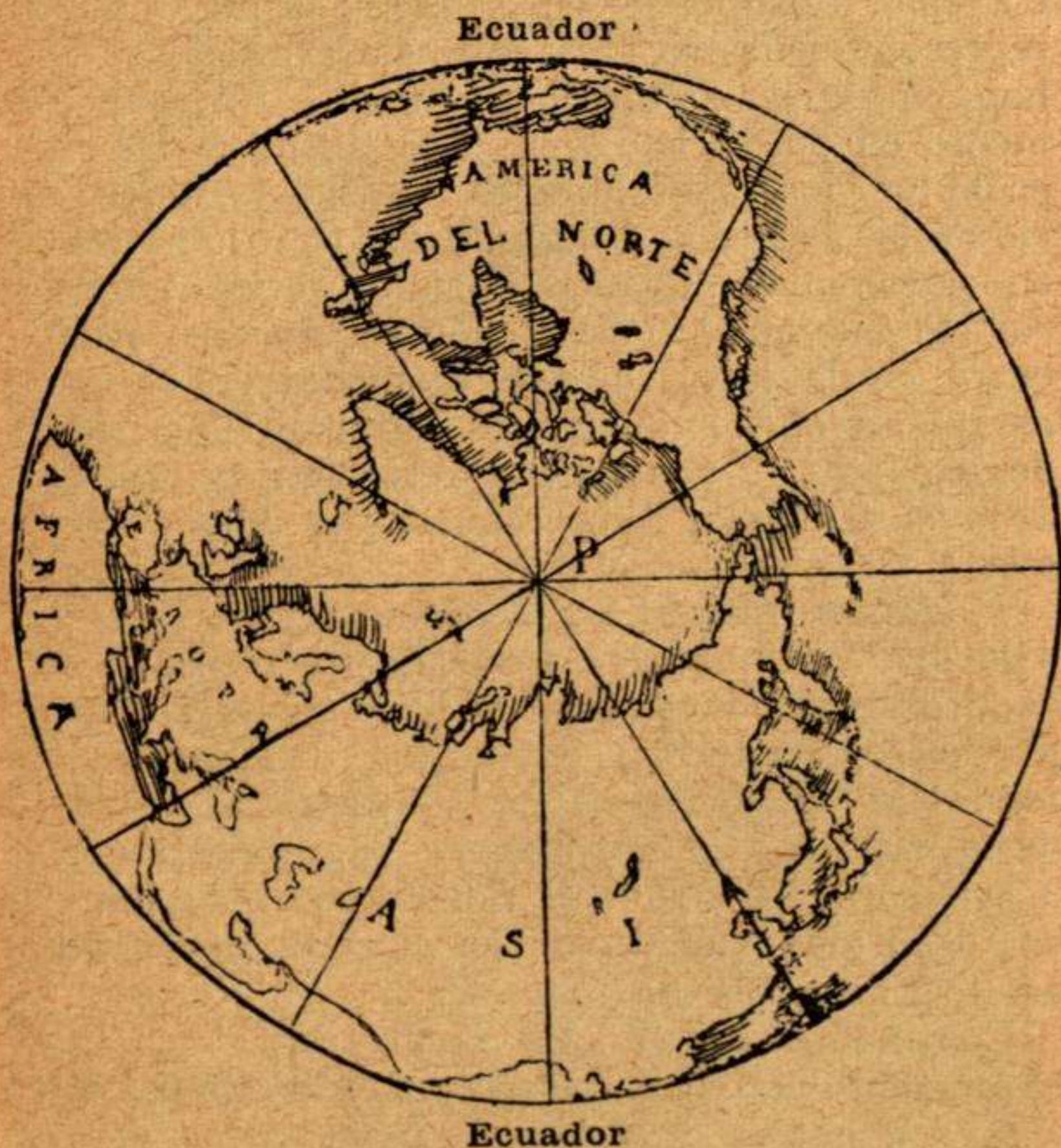


Fig. 23.—La esfera terrestre vista por un observador situado frente al polo *P*.

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

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

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

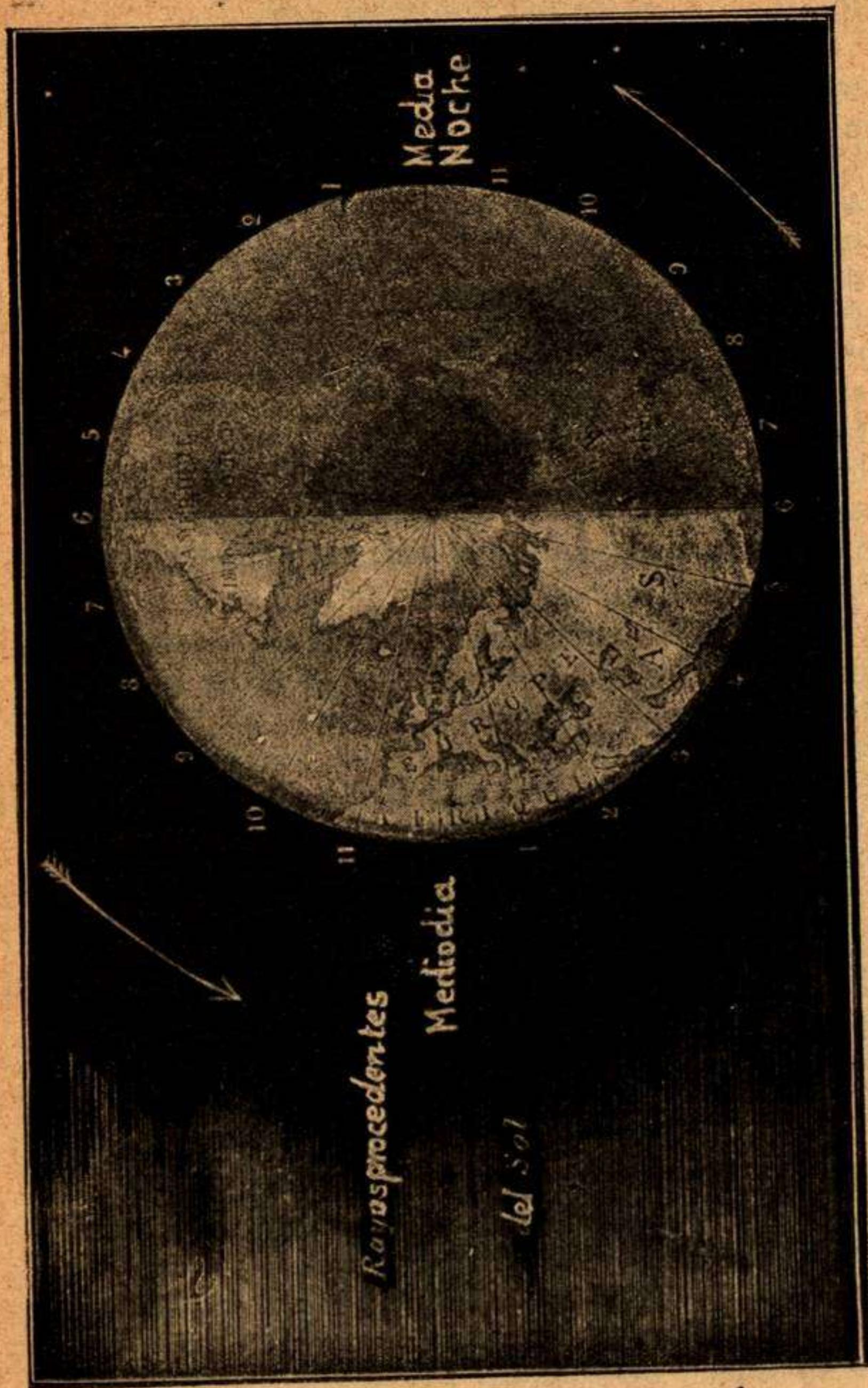


Fig. 24.—Horas diferentes en los diversos lugares de la Tierra, en el momento en que es mediodía en París.

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 recor-

demos 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 día 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 rayos iluminan la copa de los altos árboles. Del fondo de los juncales (bosques) surgen las bestias fieras al ponerse el Sol; los elefantes se

acercan á beber en el río. Mas 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. Mas 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 *occidental*). 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 que 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 estos 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, correspondiendo sucesivamente á todos los puntos del horizonte, exactamente *como si hubiera girado á vuestro alrededor*, para volver á colocarse frente 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 sucesivamente 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

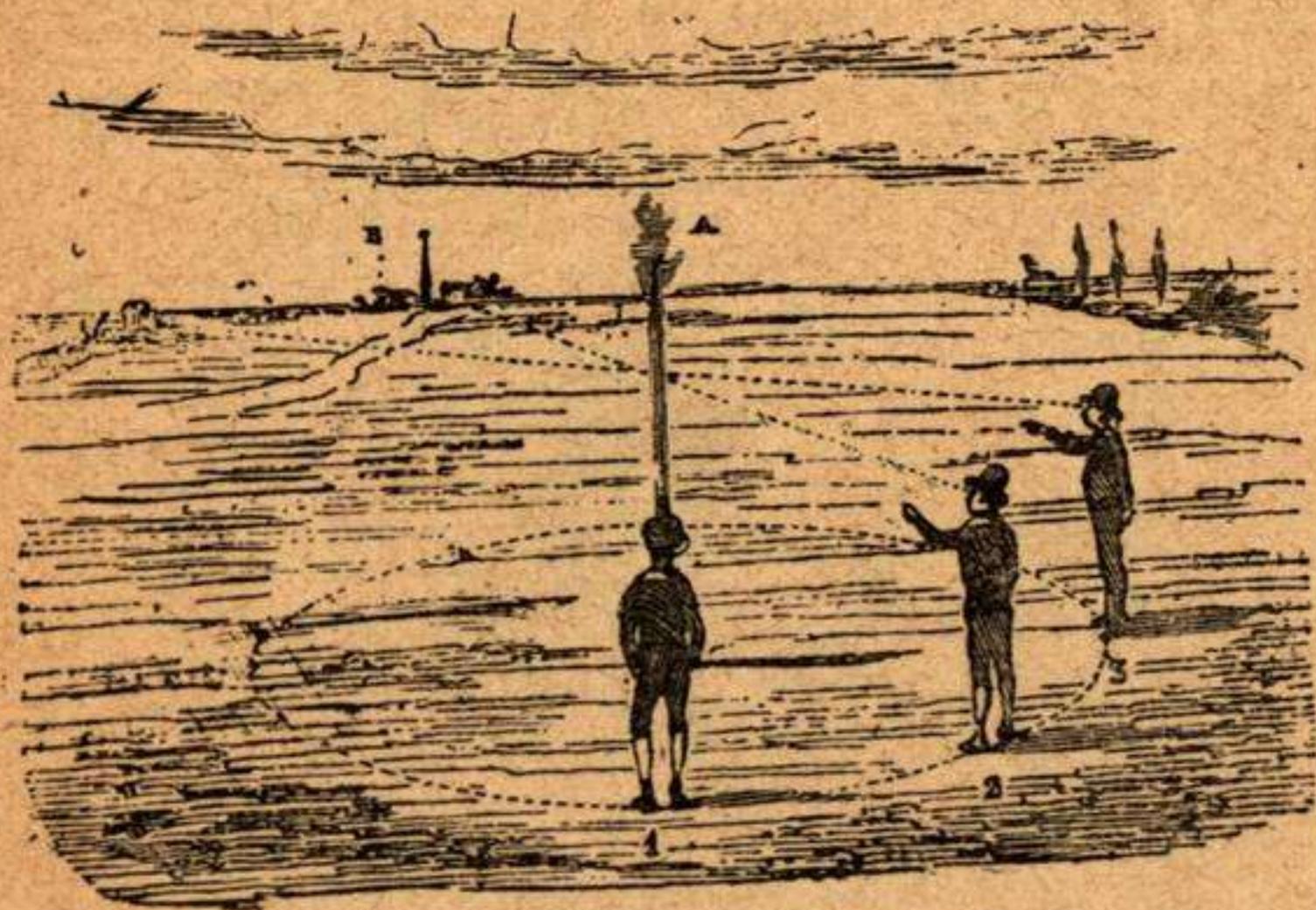


Fig. 25.—Movimiento aparente y movimiento real

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

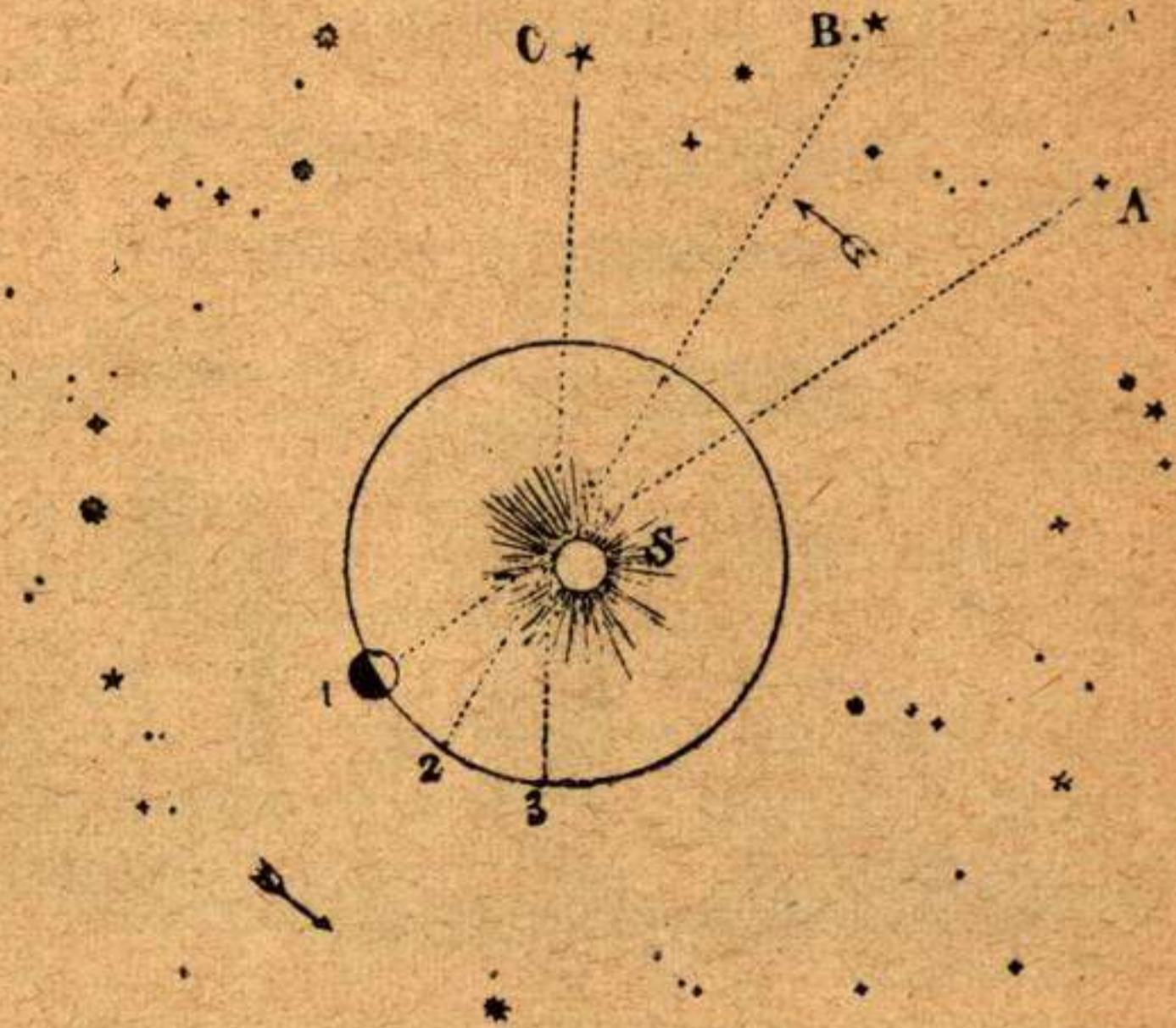


Fig. 26.—Movimiento real de la Tierra y movimiento aparente del Sol

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 estrella 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

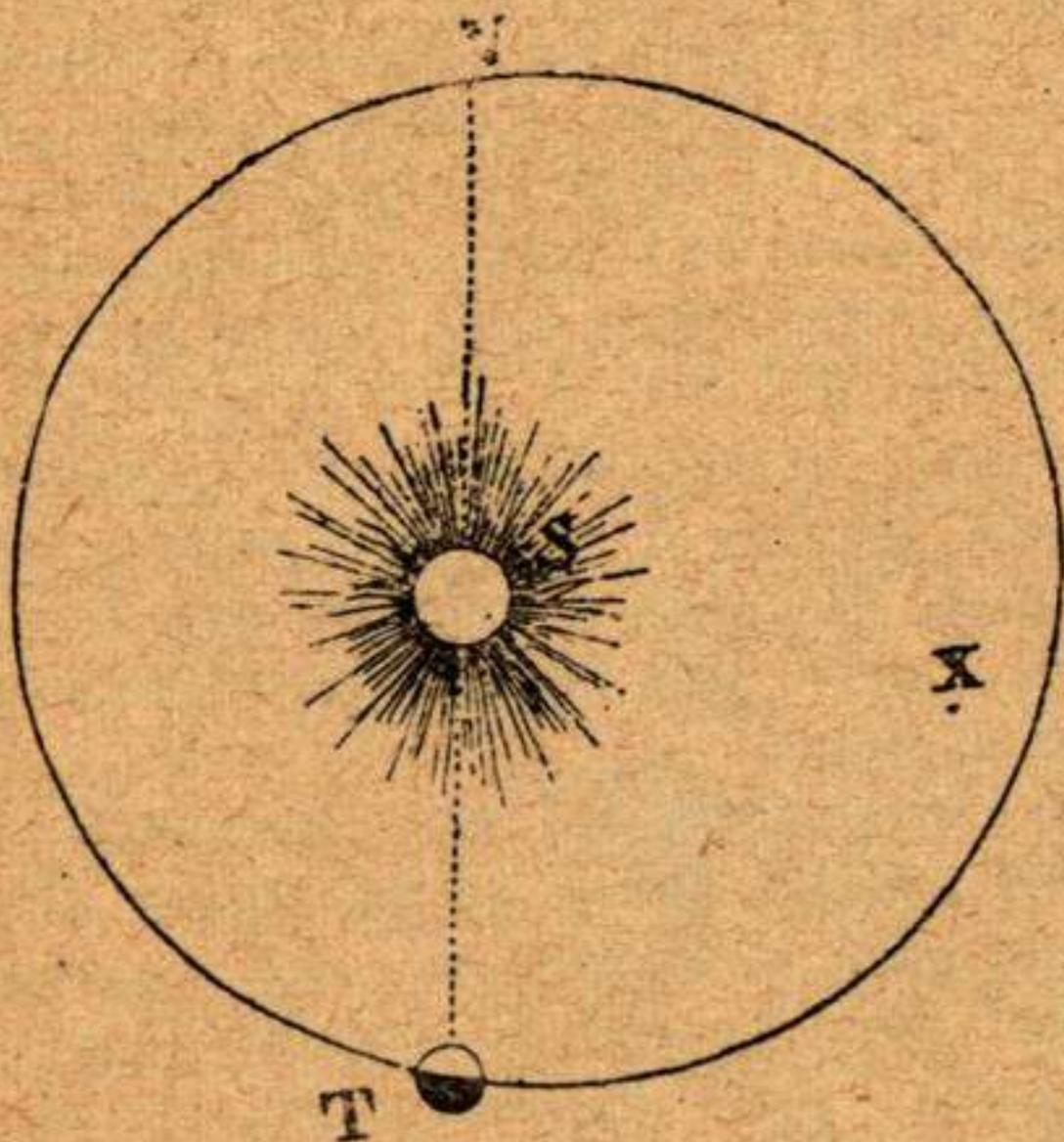


Fig. 27.—Órbita de la Tierra. T, Tierra; S, Sol; TV, diámetro de la órbita; TS, distancia de la Tierra al Sol

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 invisible, no pueden verse las estrellas por estar eclipsadas por la claridad de aquél,—os contestaré que obsérvanse realmente 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 espa-

cio 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 en 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 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 pasar 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 trasmite su reflejo hasta nuestros ojos. Pero parece moverse entre las estrellas inmóviles. Poco á poco, lentamente, se aproxima, se agranda.

Digo *lentamente*, porque está aun 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 enseguida 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 precisamente 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 lám-

para. 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 reciben 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, solo 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

los muy fríos 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 Sol avanza no *derecha*, sino *inclina-*

da.—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 Tierra 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 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 está en el punto E en la figura 28. Entonces inclina hacia el Sol su polo norte. Todo el he-

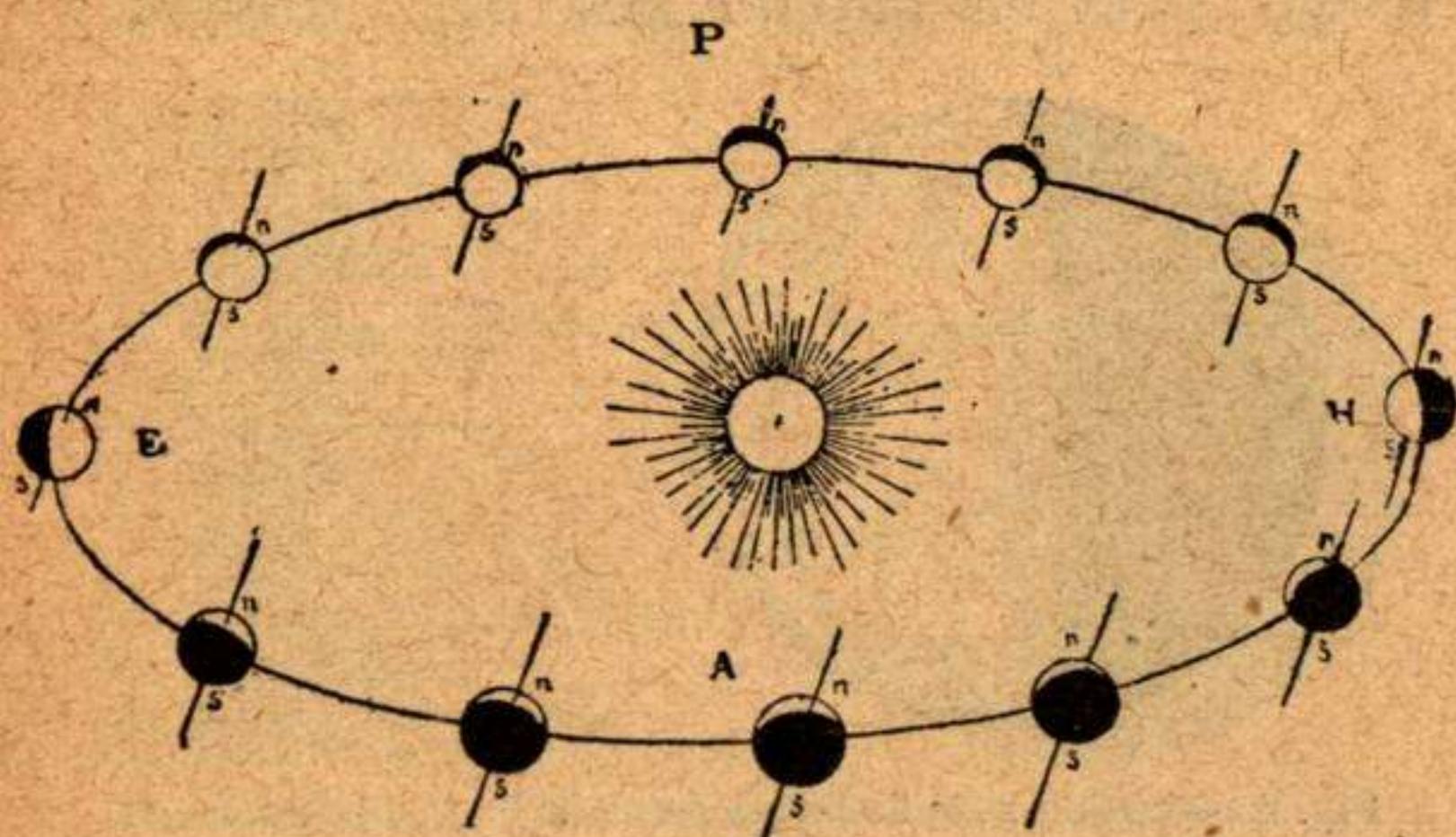


Fig. 28.—Oblicuidad del eje de la Tierra. Las letras *n* y *s* indican el polo norte y el polo sur de la Tierra en sus diferentes posiciones.

misferio 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 aun alternativamente por el espacio obscuro y por el espacio alumbrado. Pero en el 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

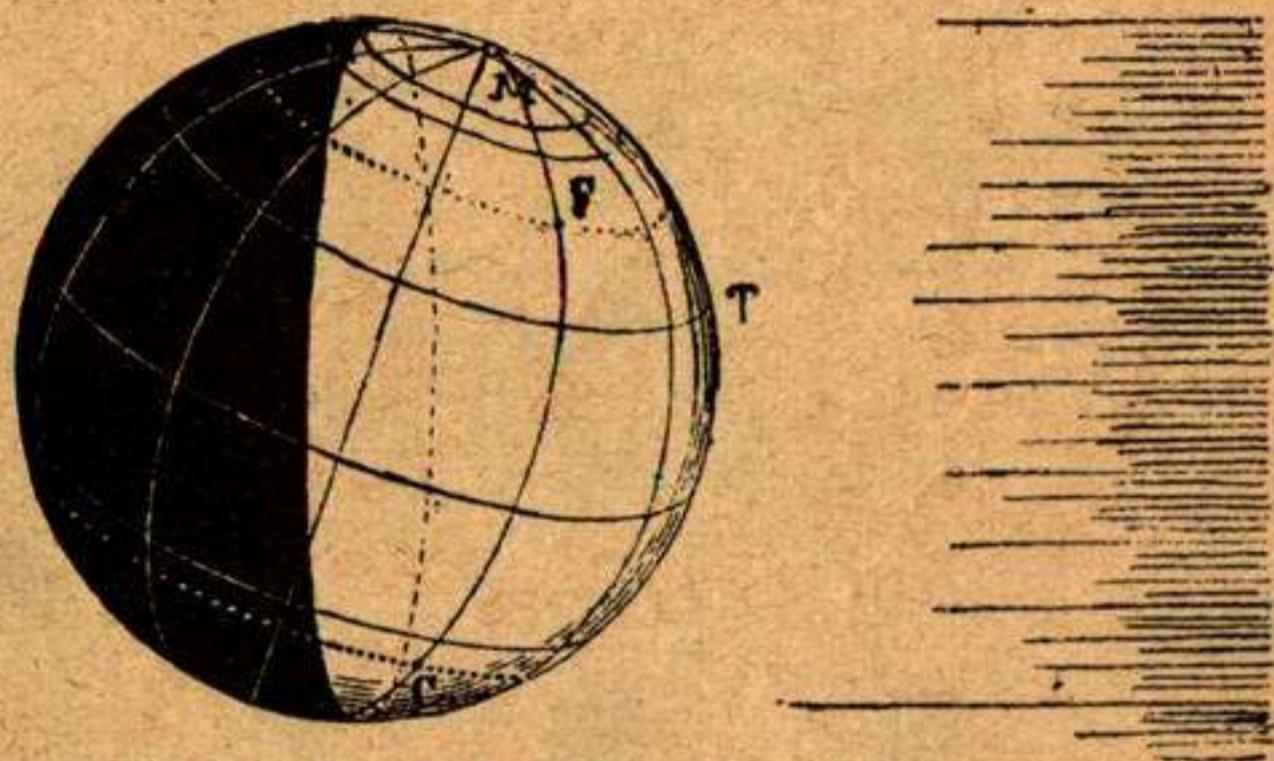


Fig. 29.—Posición de la Tierra frente al Sol en el Solsticio de verano

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

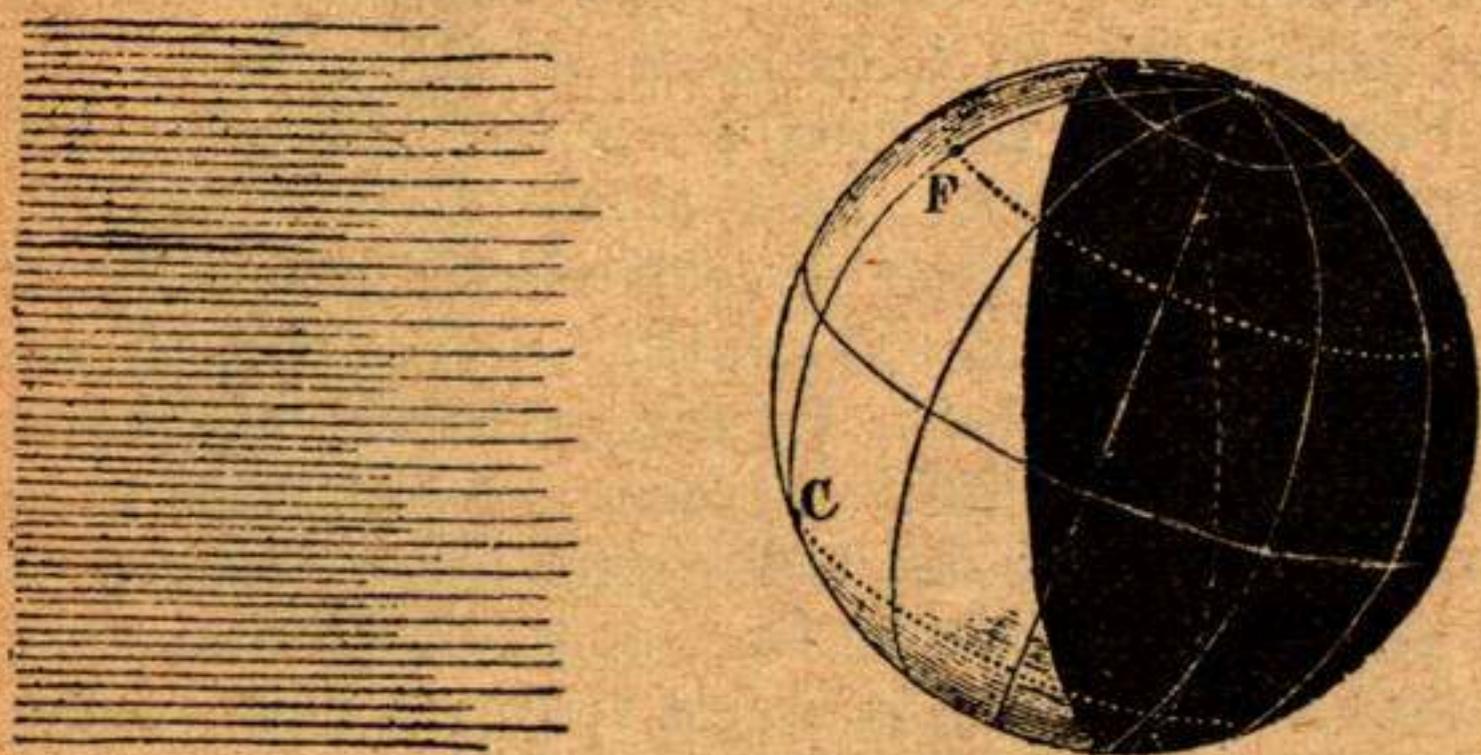


Fig. 30.—Posición de la Tierra frente al Sol en el Solsticio de invierno

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 esta 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 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 representada (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 Sud y se calienta durante más largo tiempo. Los puntos de dicho hemisferio están más tiempo en el espacio iluminado que en el obscuro: 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 órbi-

ta, 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

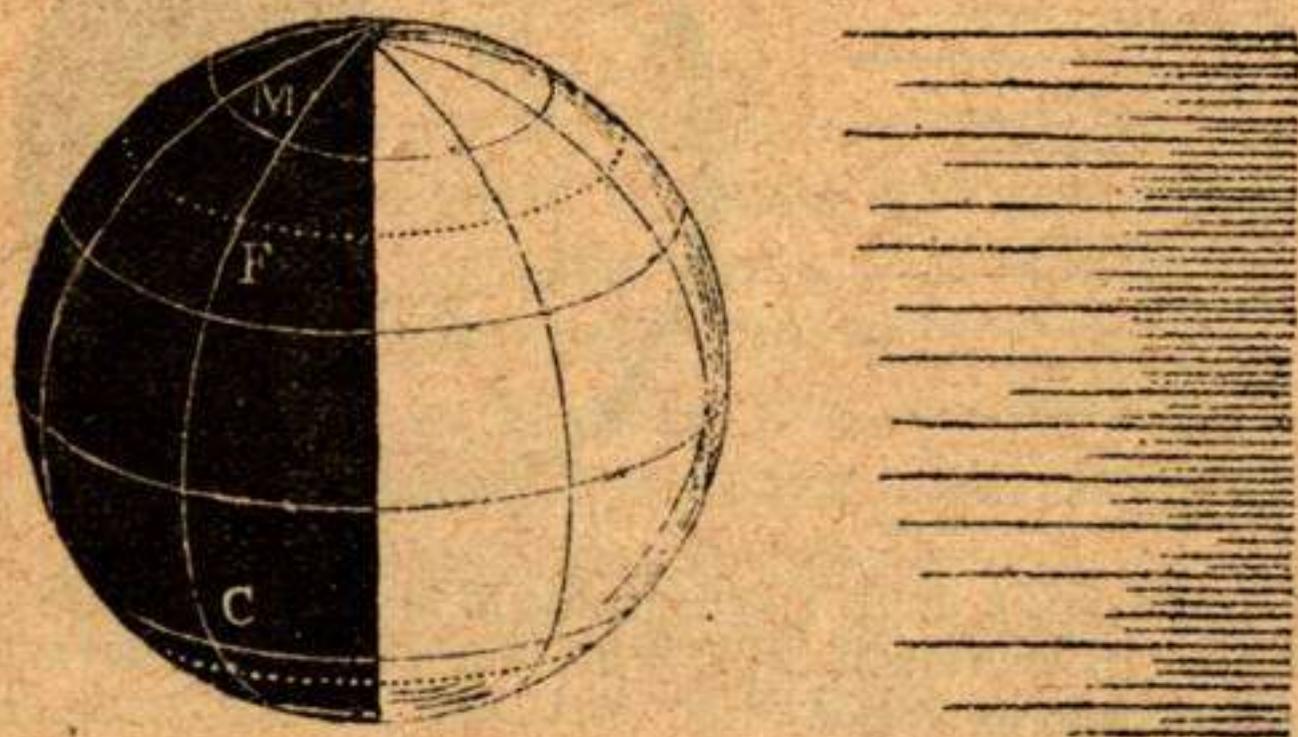


Fig. 31.—Posición de la Tierra frente al Sol en el equinoccio de primavera. Los puntos M, F, C y los demás de la Tierra pasan igual tiempo en la sombra y en la luz.

al ecuador. En este momento del año ocurrirá, 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), pasando aun por los polos el 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

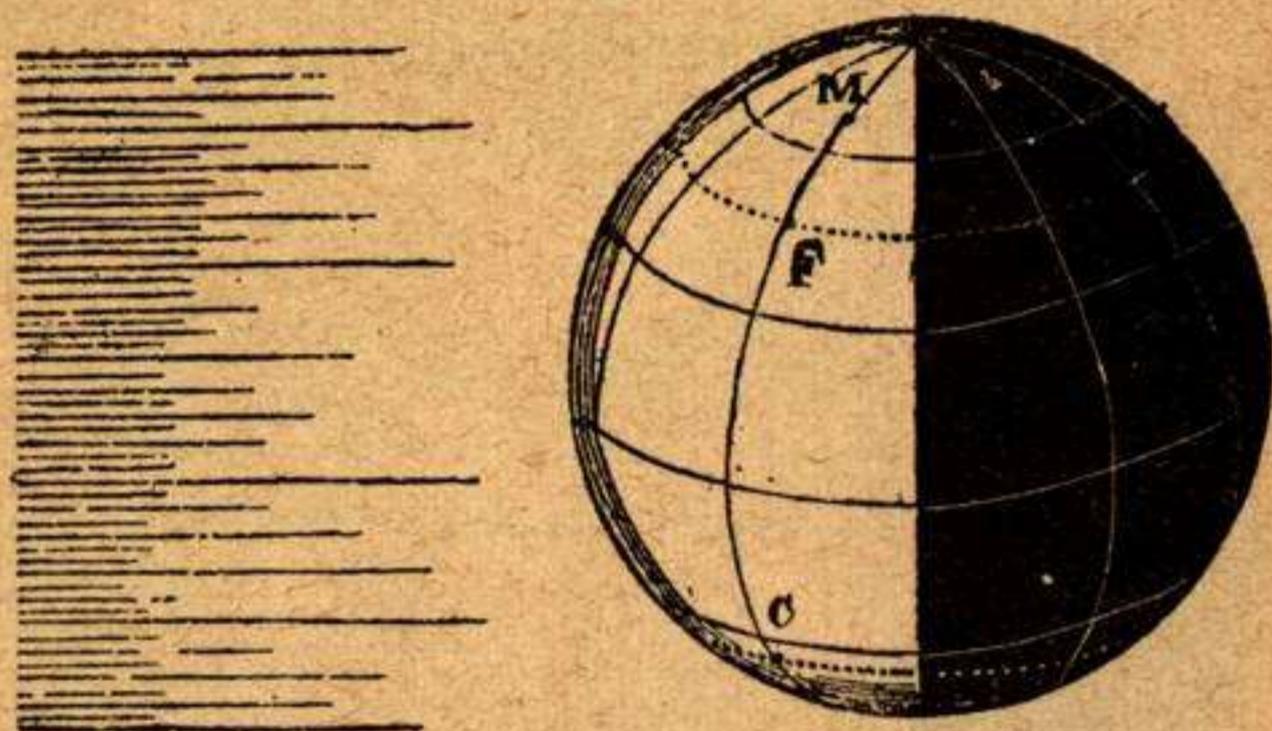


Fig. 32.—Posición de la Tierra frente al Sol en el equinoccio de otoño. Los puntos *M*, *F*, *C* y los demás de la Tierra pasan igual tiempo en la luz.

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 indicada? 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, pa-

rece *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 desciende 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 hemos 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 continua pareciendo que desciende y los días disminuyen: es el invierno que se viene encima. El momento en que la Tierra ocupa la po-

sición 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 *trópico 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 comienza su *regreso*, es decir, parece que cada día se remonte 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 aumentado 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 ocho 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 aun 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 fig. 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 ce-

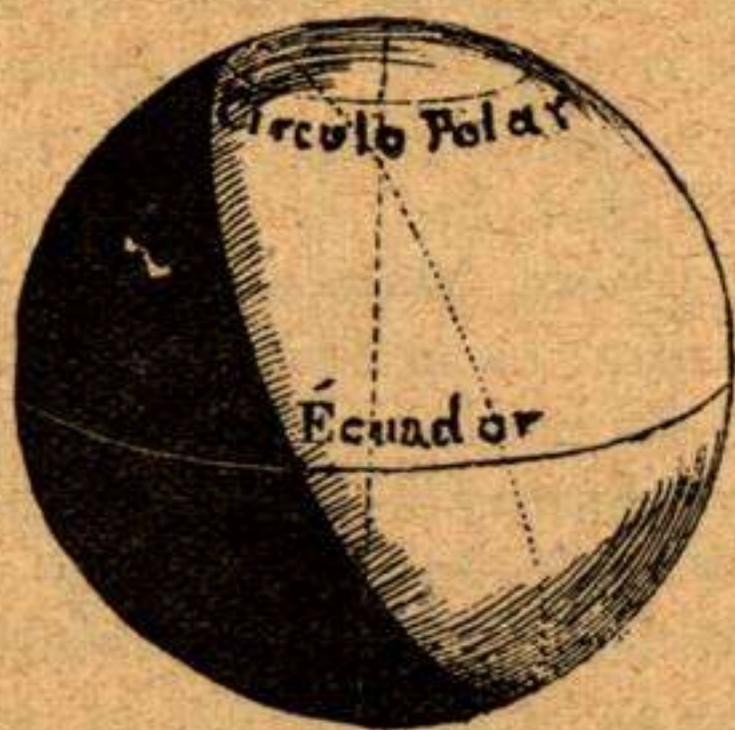


Fig. 33.—El Círculo polar y ecuador

sar, 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 elevase 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 escaso 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 rase 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 solo muestra el borde de su 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 obscura. ¡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

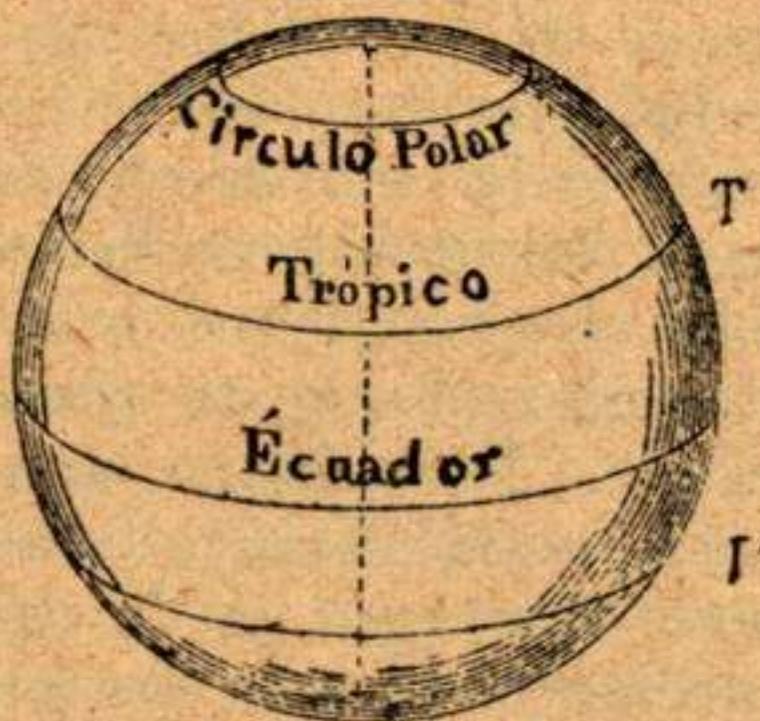


Fig. 34.—Círculos y zonas. El Círculo *T'* es el trópico del hemisferio Sud: el círculo polar del Sud no es visible en esta porción de la esfera, inclinado para mostrarnos el polo Norte.

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 *circulo polar austral*, indica asimismo el límite de las largas noches y de las regiones heladas. Solo 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, 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 los 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 una 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 solo 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 decirnos que nuestros viajeros son imaginarios como el mismo viaje. ¡Tendrían 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 aun 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. ¡Mas 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 1 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 decálitro habrá diez veces más, es decir, cien mil, y en trece decálitros, 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 decálitros: 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 decálitros: 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 citado semejantes ideas sólo para haceros ver á qué extremos 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

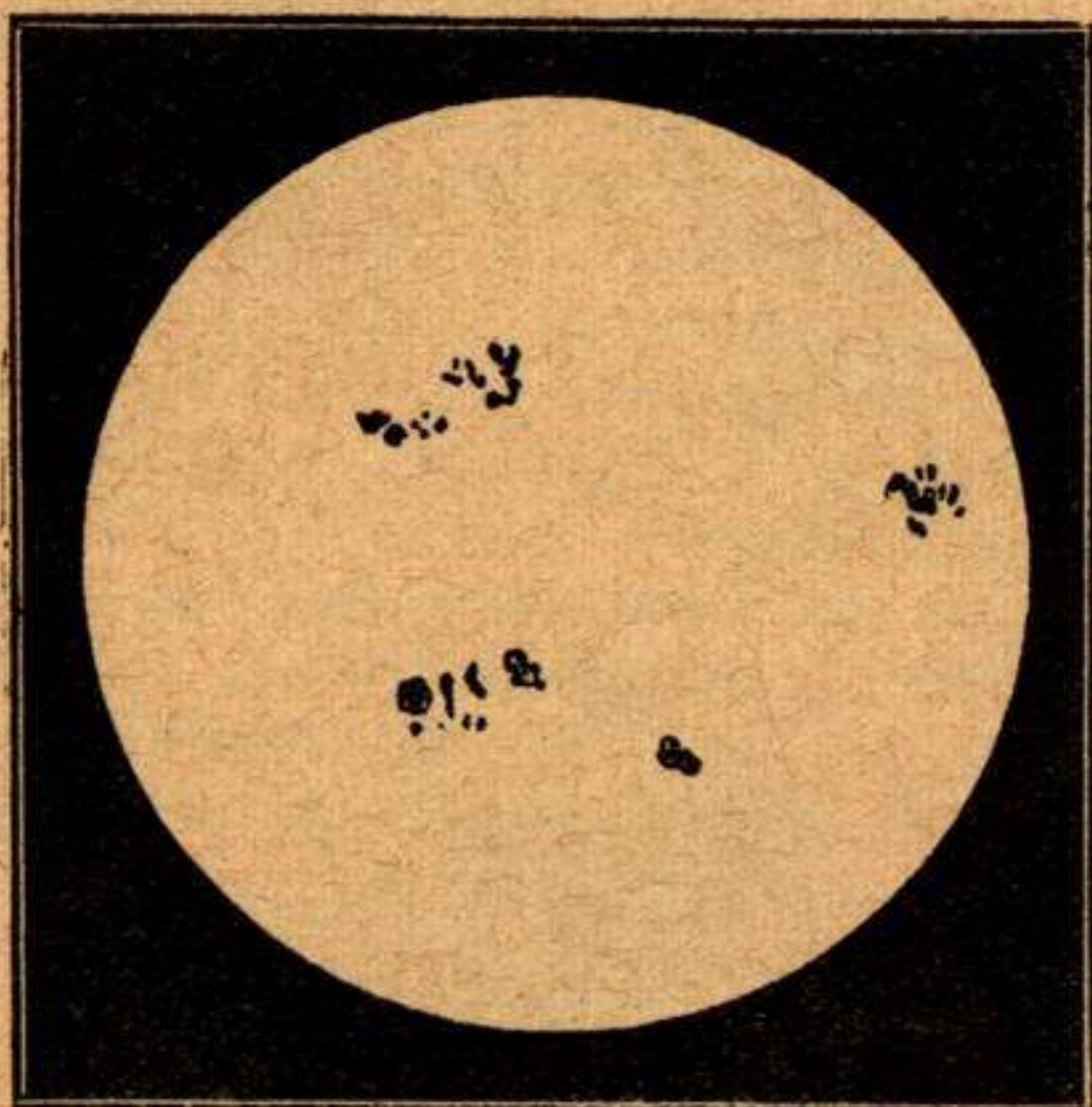


Fig. 35.—Manchas del Sol

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 la Tierra entera. A veces se ven muchas, 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 estas 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

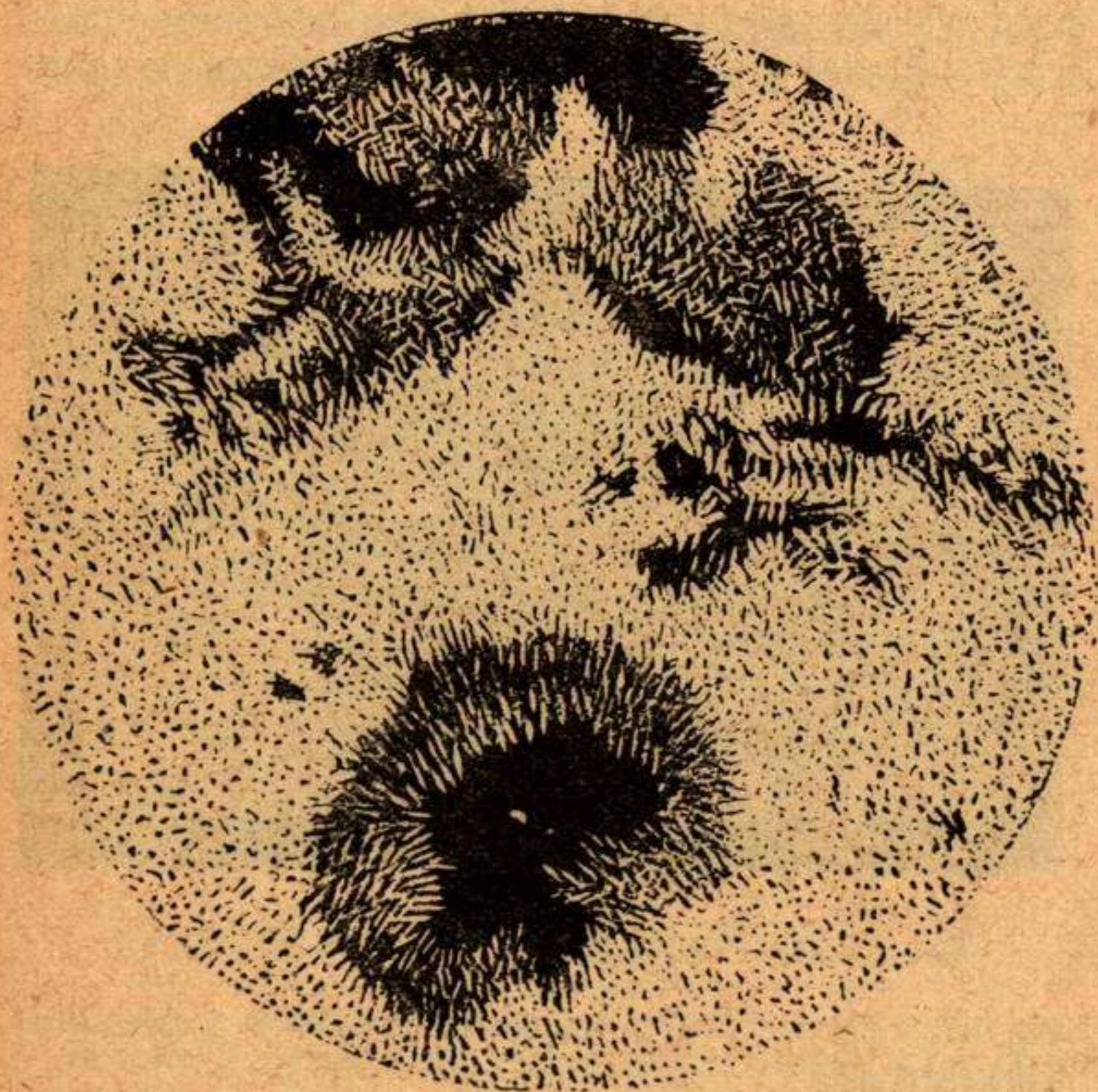


Fig. 36.—Aspecto de una parte de la superficie del Sol vista con el telescopio, con sus ondas y manchas

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 hemos 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

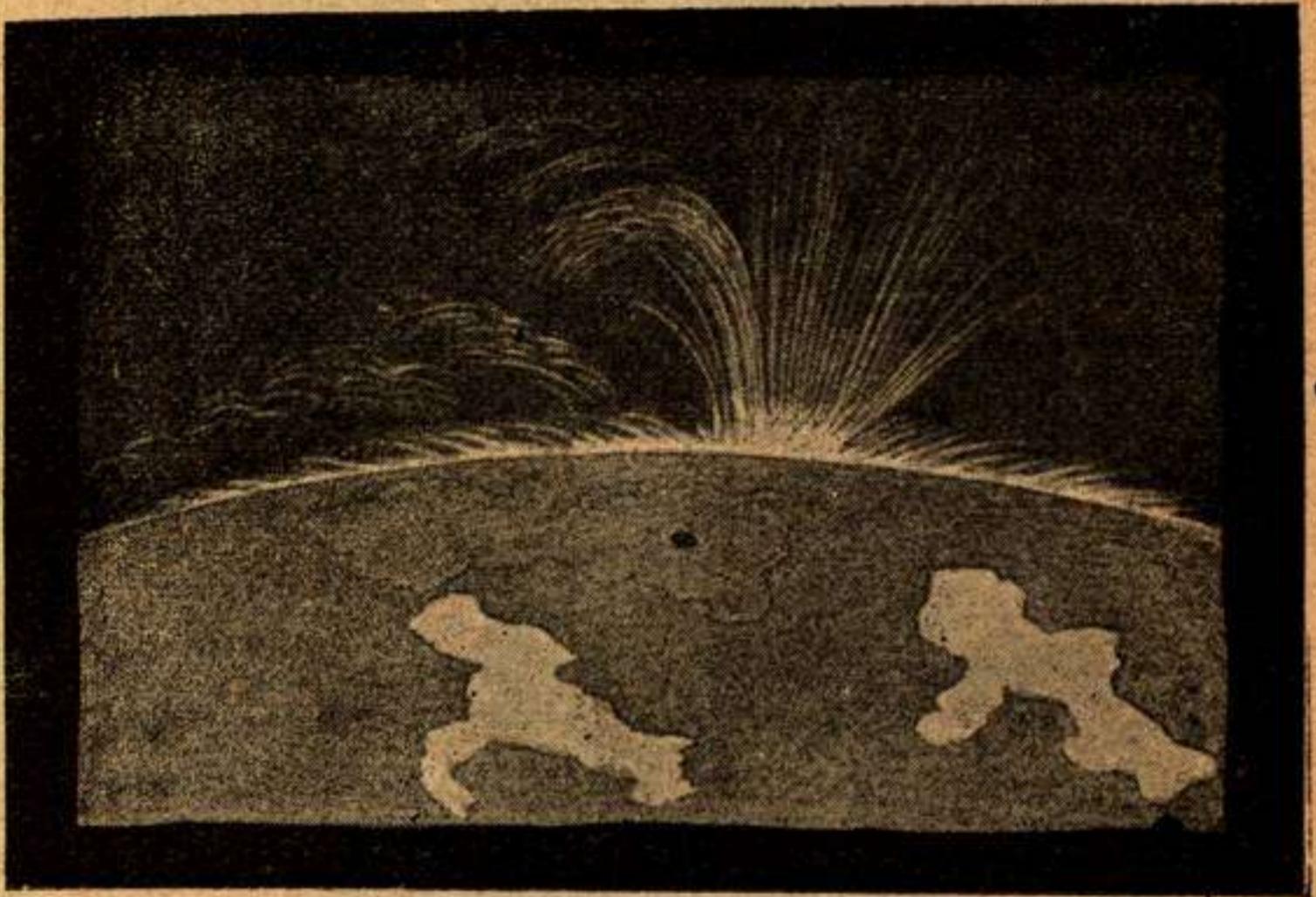


Fig. 37.—Surtidor de llamas en la superficie del Sol

algunas cuya altura ha sido superior á 600 mil kilómetros.

Las protuberancias están constituidas por gases y vapores incandescentes, entre los cuales 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 fotos-

fera ó superficie brillante solar, constituyen verdaderos lagos de gases absorbentes, que ofrecen desde la Tierra la apariencia de *manchas* irregulares y relativamente oscuras.

Se concibe por otra parte, que siendo plástica la superficie del Sol, la fotosfera tiénda á

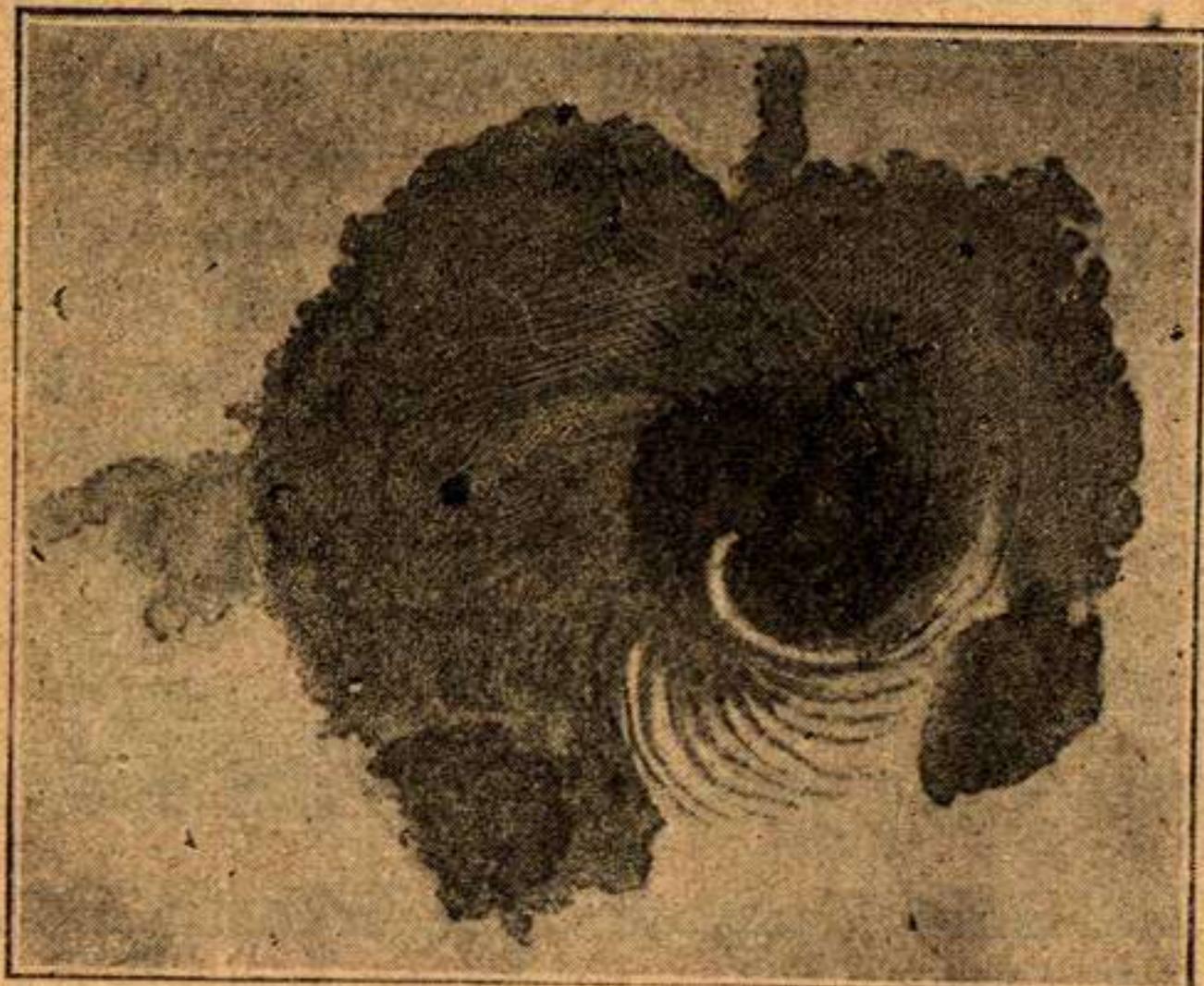


Fig. 38.—Mancha del Sol en forma de torbellino, vista con el telescopio

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 profundamente 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 instantes 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.

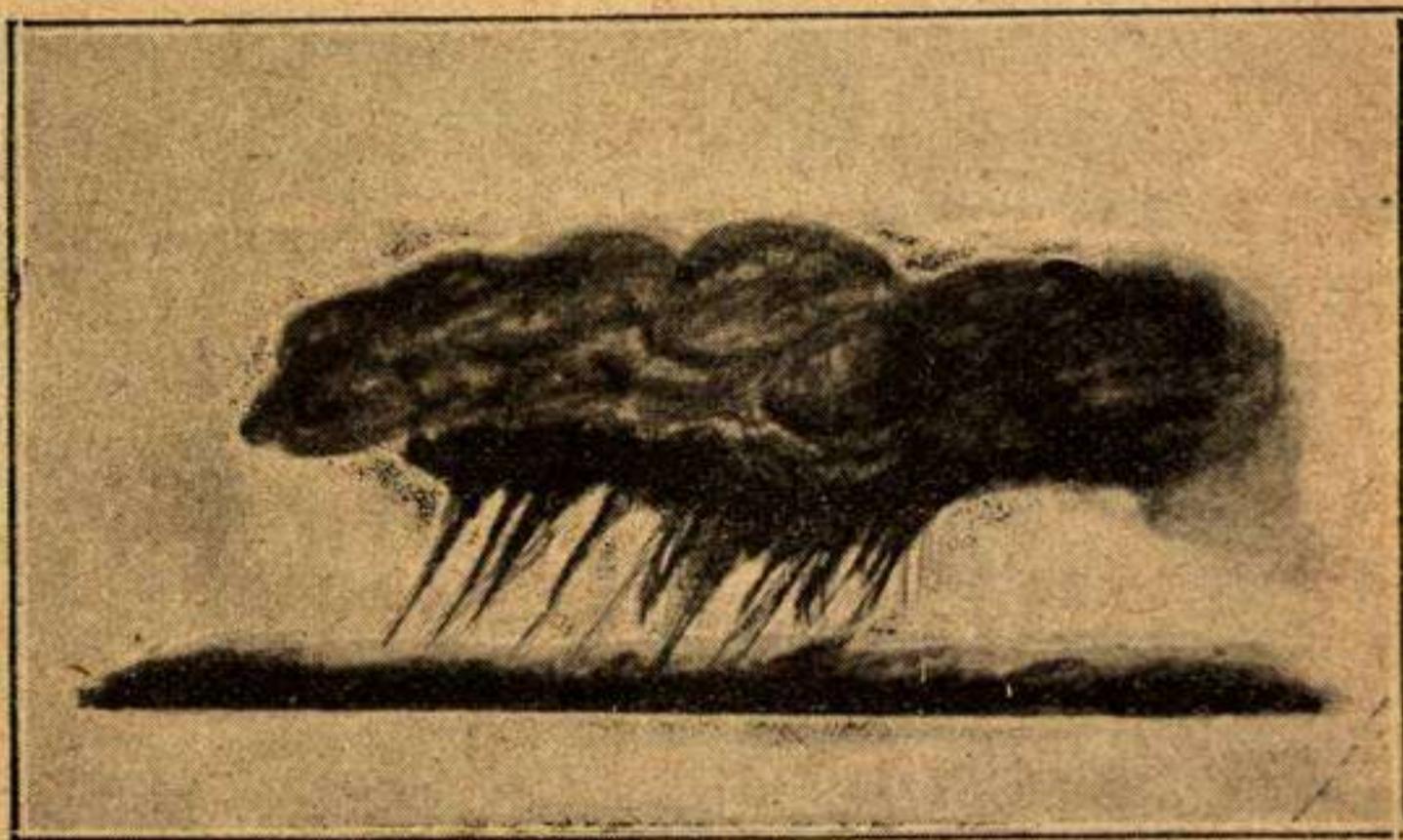


Fig. 39.—Protuberancia solar (fotografía de Comas Solá)

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 variación de la energía del Sol guarda completa armonía con 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 en 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



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

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 continuación ofrece aun 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, nótese 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 desvanecido. 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



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

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 fuego, 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, pareceríanos 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 claridad. 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 obscura: 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 semi-obscuridad 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, no 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 obscuras: 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 obscura, ya, en fin, parte de una y parte de otra.

Para darnos cabal cuenta de este curioso fenómeno, 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 obscuro. 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 lámpara 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

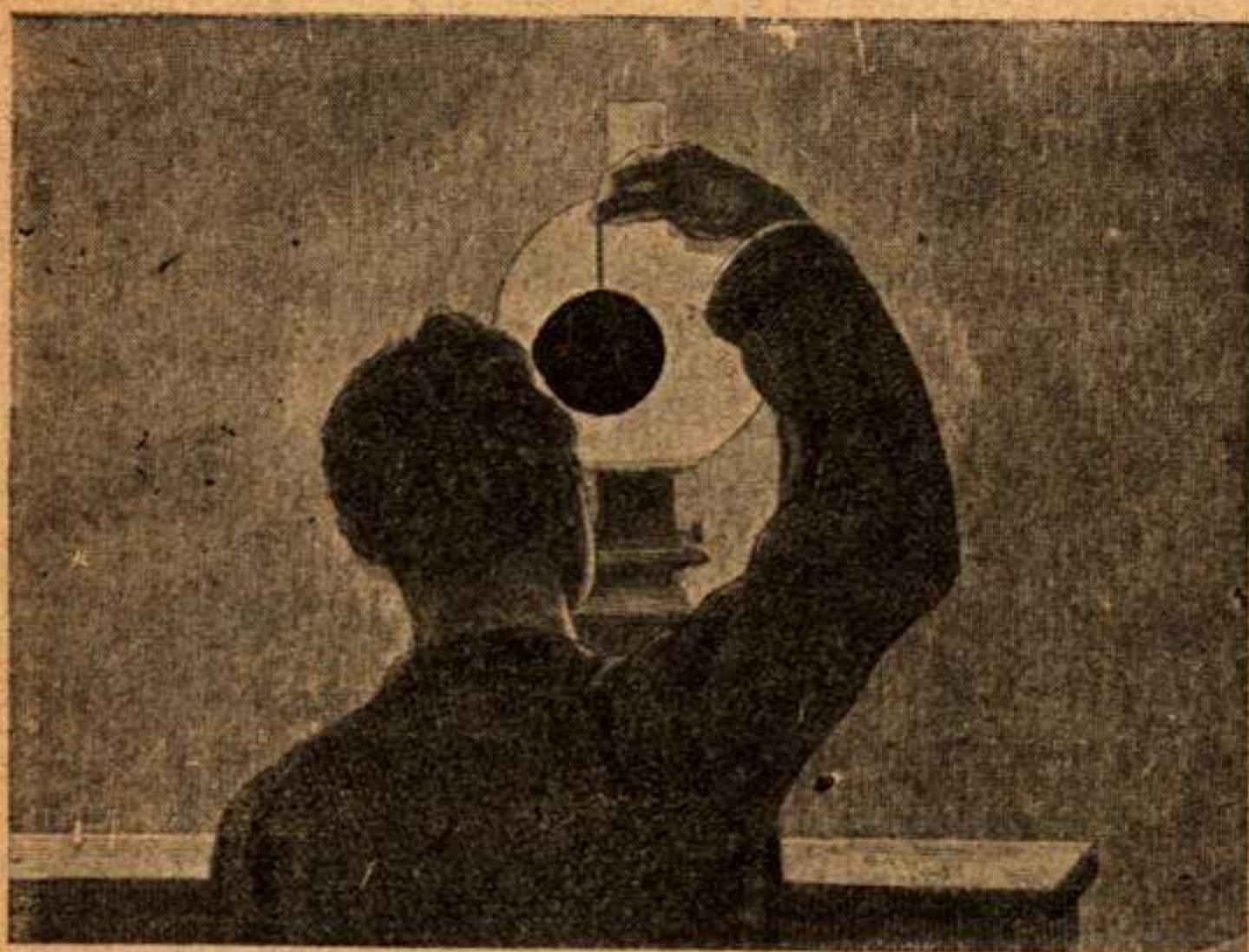


Fig. 42.—1.^a posición. Parte obscura de la bola vuelta hacia el observador

la mitad de la parte iluminada de mi bola y la mitad de la parte obscura; la línea de *sombra y de luz* paréceme cortar la bola por la mitad. Lo que veo de la parte iluminada me hace el efecto de un semi-círculo luminoso; lo que veo del lado obscuro paréceme un semi-círculo obscuro.

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 el mismo sentido, mi bola muéstrame cada vez más su parte iluminada, y cada vez menos su parte obscura; la luminosa paréceme aumentar, reproduciendo paulatinamente el borde de la sombra. En fin, al llegar justamente á la

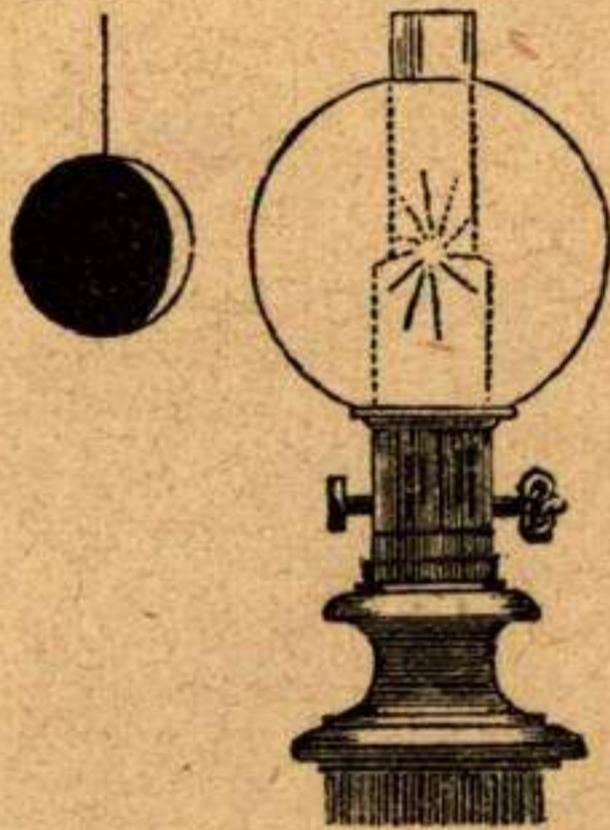


Fig. 43.—2.^a posición. El borde del espacio iluminado muéstrase como un creciente luminoso

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 obscura está vuelta hacia el fondo de la habitación.

Si ahora continuaba haciendo girar la bola en el mismo sentido, para acabar la vuelta que va á hacerle volver hacia la lámpara, ¿qué vería? Las mismas apariencias que hemos ya ob-

servado, pero en sentido contrario. Vería primero la parte iluminada algo oblicuamente y

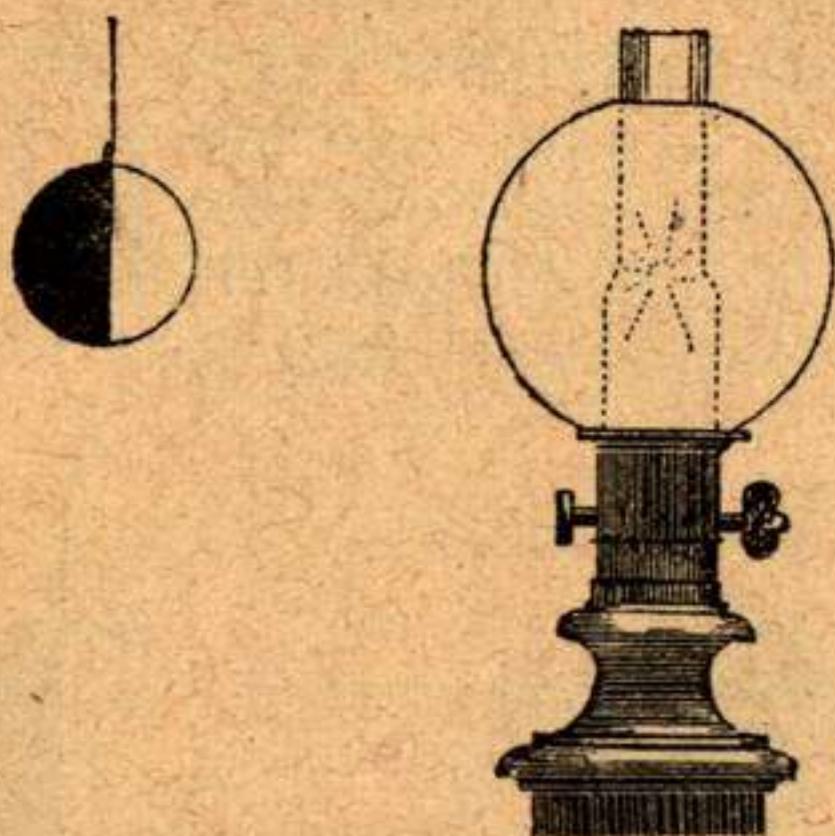


Fig. 44.—3.^a posición. La mitad de la parte iluminada es visible para el observador

menos completamente; mostraríase una pequeña parte del lado obscuro *por el borde opuesto*



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

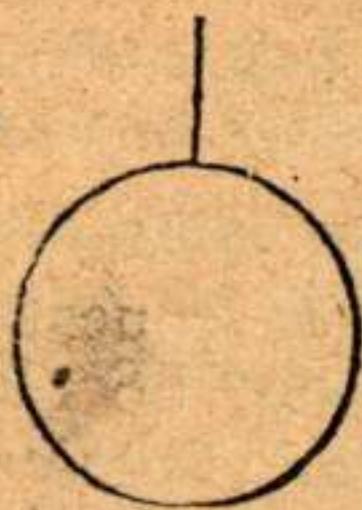


Fig. 46.—5.^a posición. Se ve por completo la parte iluminada.

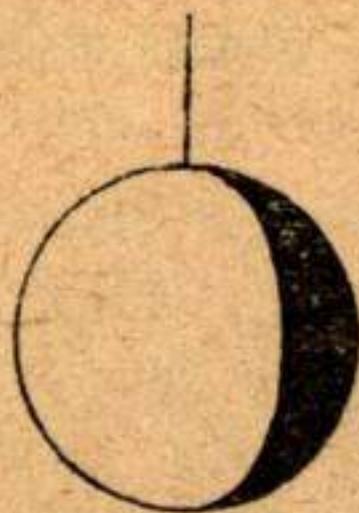


Fig. 47.—6.^a posición. Se ve la parte oscura hacia la derecha en forma de una faja estrecha.

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 que ha poco observamos, sólo veré la *mitad de la parte iluminada* bajo forma de un *semicírculo luminoso*; sólo que ese semicírculo,

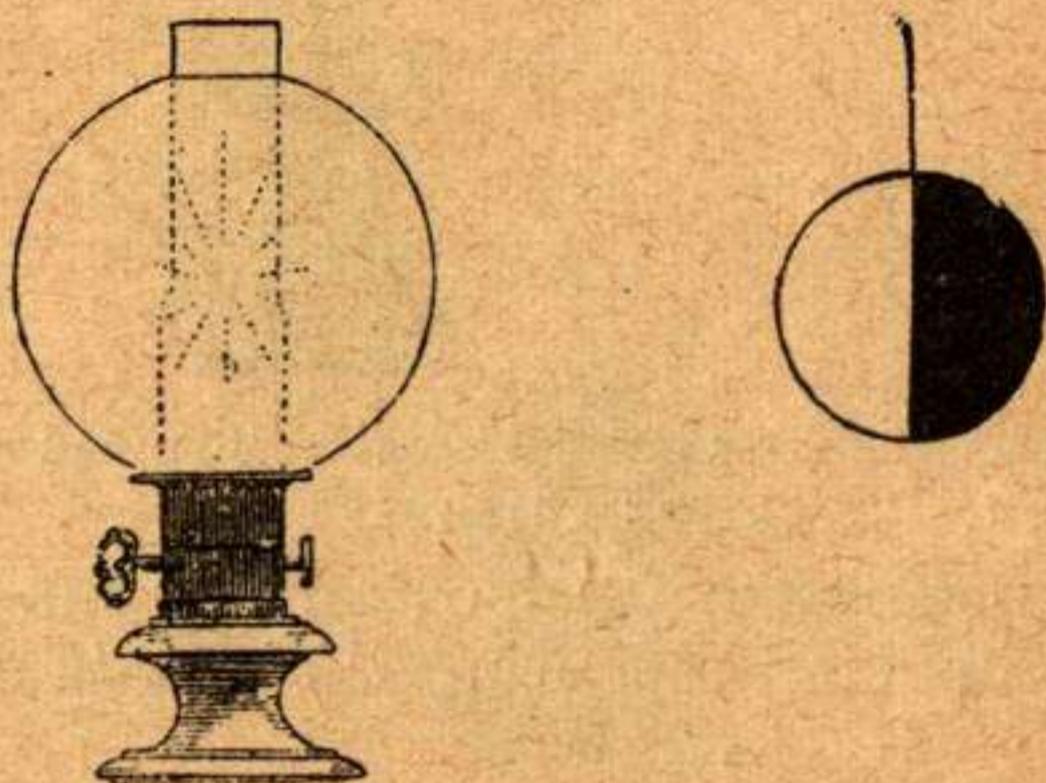


Fig. 48.—7.ª posición. Se ve la mitad iluminada á la parte izquierda y la mitad obscura á la derecha

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 un *decreciente* si pudiera emplearse esta pala-

bra, 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.

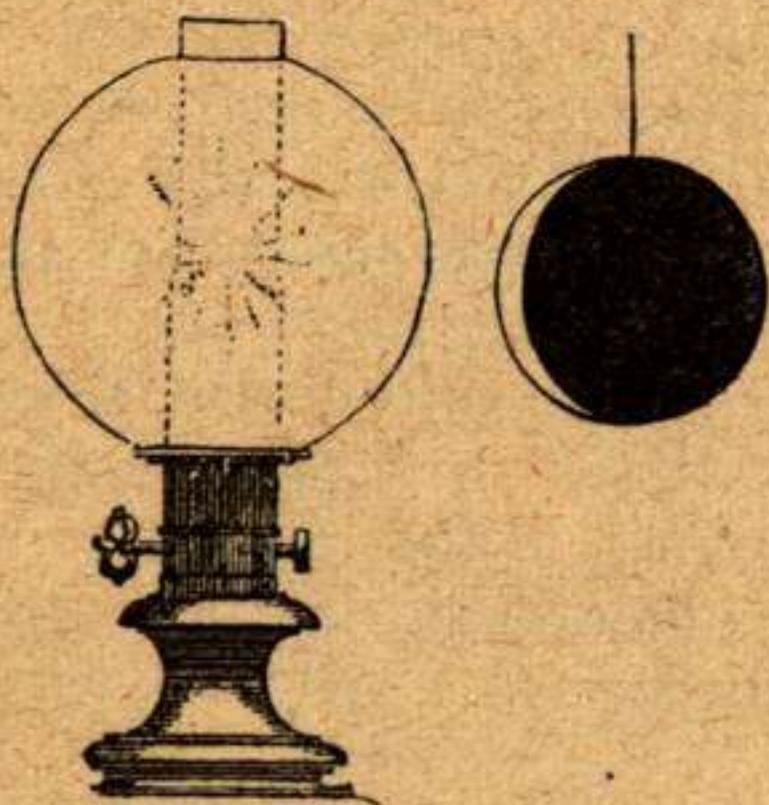


Fig. 49.—8.^a posición. Véase aún á la izquierda un pequeño creciente de luz

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, asimismo, 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; hállese 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 sido representada en ese círculo, no una vez tan sólo, sino ocho veces, en las posiciones que sucesivamente ocupa. Bastará que nos acordemos 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 obscura, *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

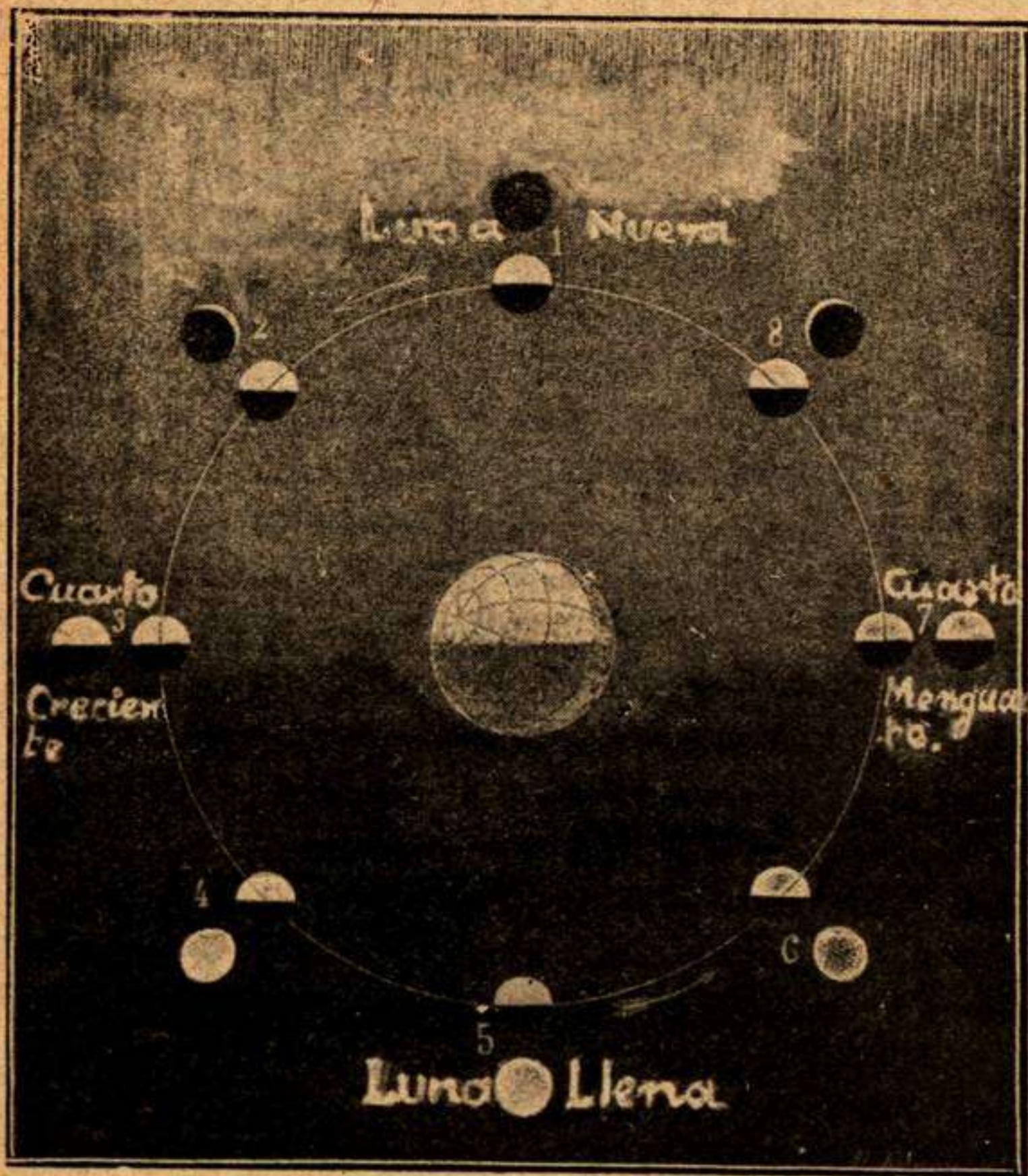


Fig. 50.—Fases de la Luna

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 aun. 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 obscuro es casi totalmente invisible á nuestros ojos; hay que tomar precauciones particulares para distinguirle 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 este 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 vemos 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 hacia 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 esta

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.

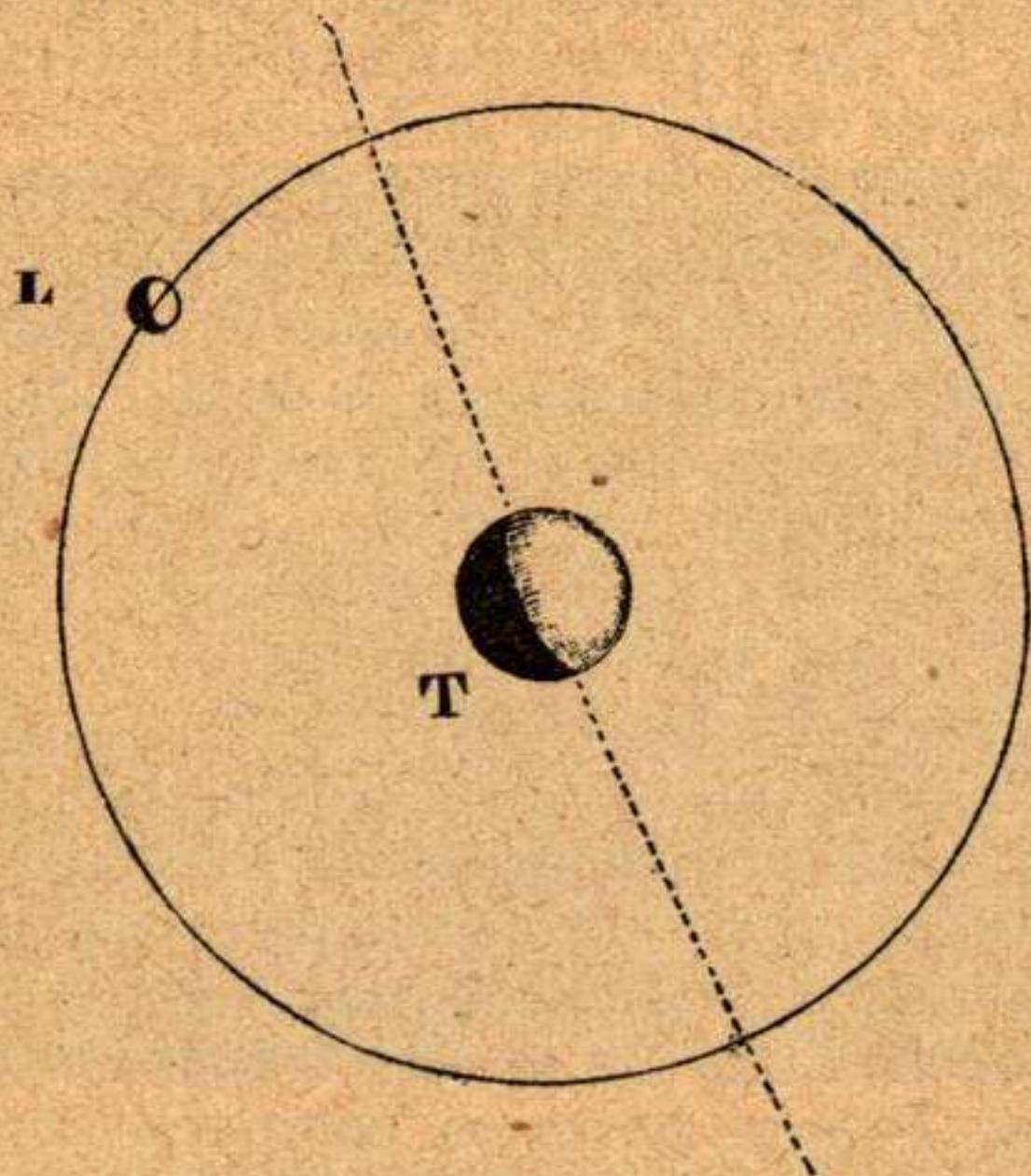


Fig. 51.—Órbita de la Luna. T, es la Tierra con su órbita; L, la Luna

Por otra parte es una de las grandes *leyes* del cielo, un hecho general para todos los astros, que los globos pequeños giran 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 insignificantes, 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 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 kilómetro 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, esta 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

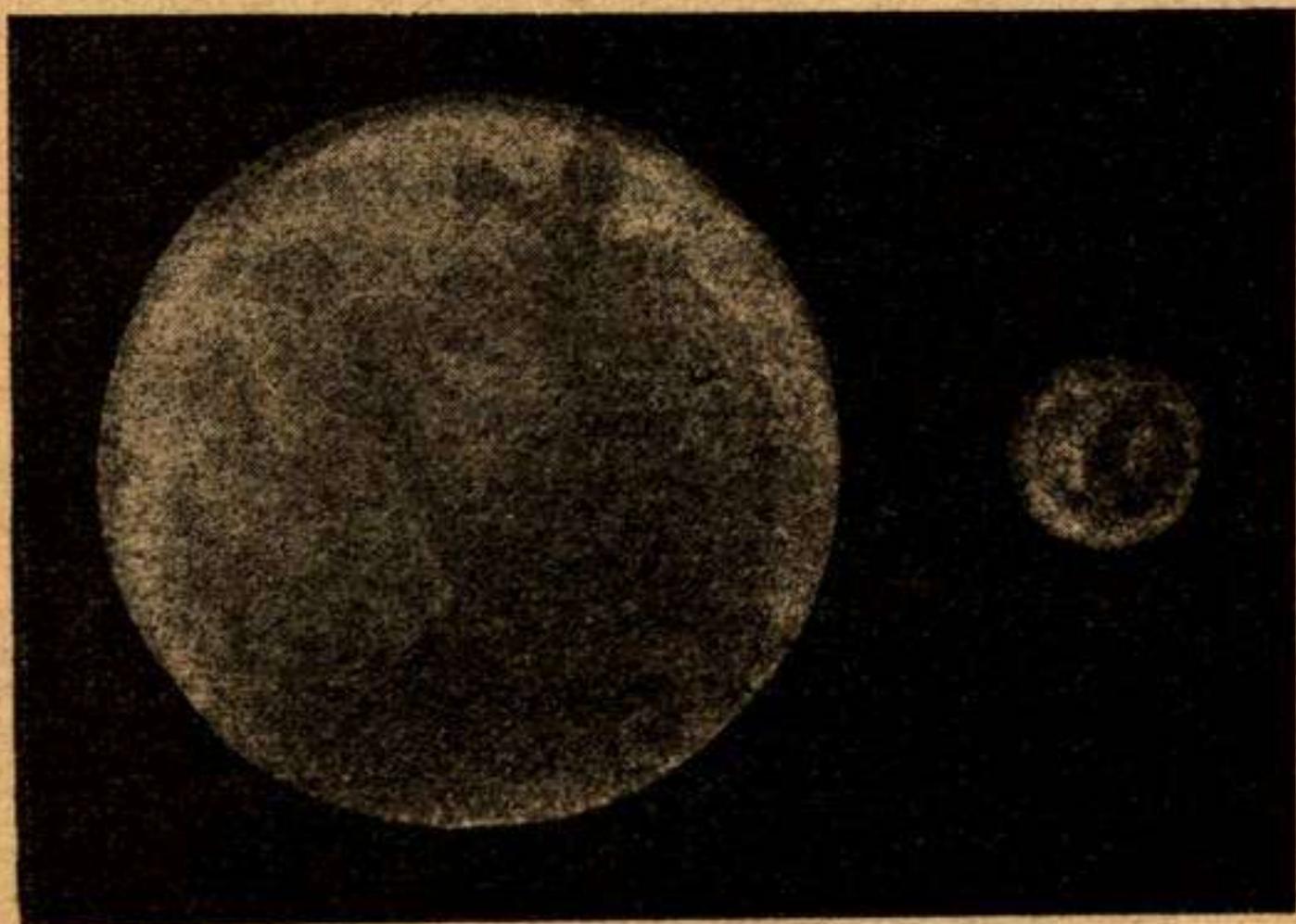


Fig. 52.—Tamaños comparados de la Tierra y de la Luna

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 luminosas, 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



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

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, distínguense altas montañas; otros lugares, más unidos, forman inmensas llanuras, y todo esto se ve admirablemente: distínguense 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, todas 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 las viérais, las cosas cuyo recuerdo conserváis? Cuando conocéis la forma, el calor, el aspecto de un objeto, ¿no os representáis en el acto en vuestra mente una imagen de tal objeto? Pues bien, hagamos 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 cabalgar 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 enor-

mes, amontonados como piedras caídas al pie de un muro desmoronado. En torno nuestro levántanse altas montañas, picos agudos, crestas 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 vomita 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 7603 metros; el monte Newton 7.264 metros: casi tanto como las montañas más altas de la Tierra. Pero 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 extensión aun mucho más asombrosa: uno de ellos

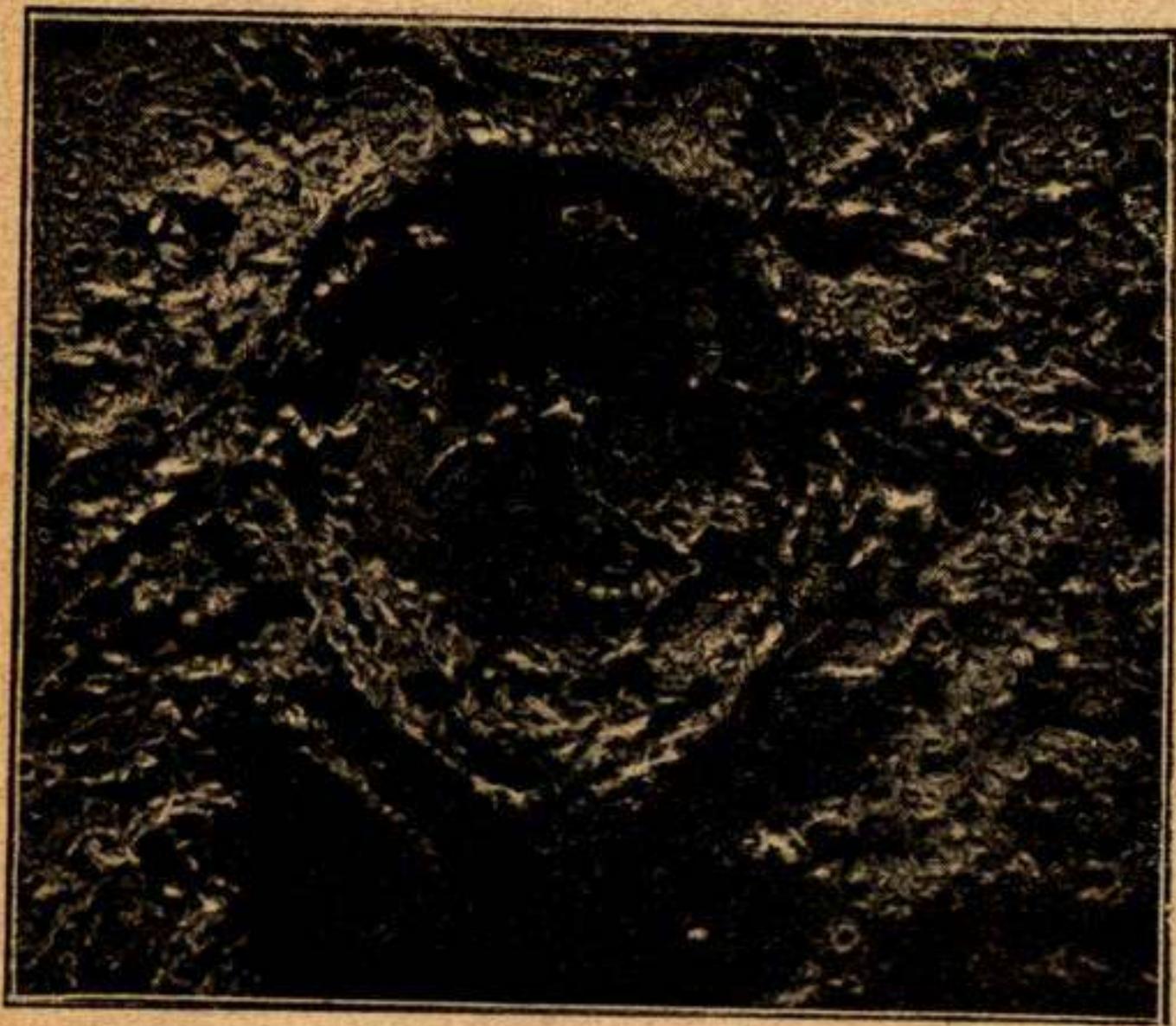


Fig. 54.—Montañas, cráteres y circo de la Luna, vistos al telescopio.

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 re-*

giones 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 Tierra, 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

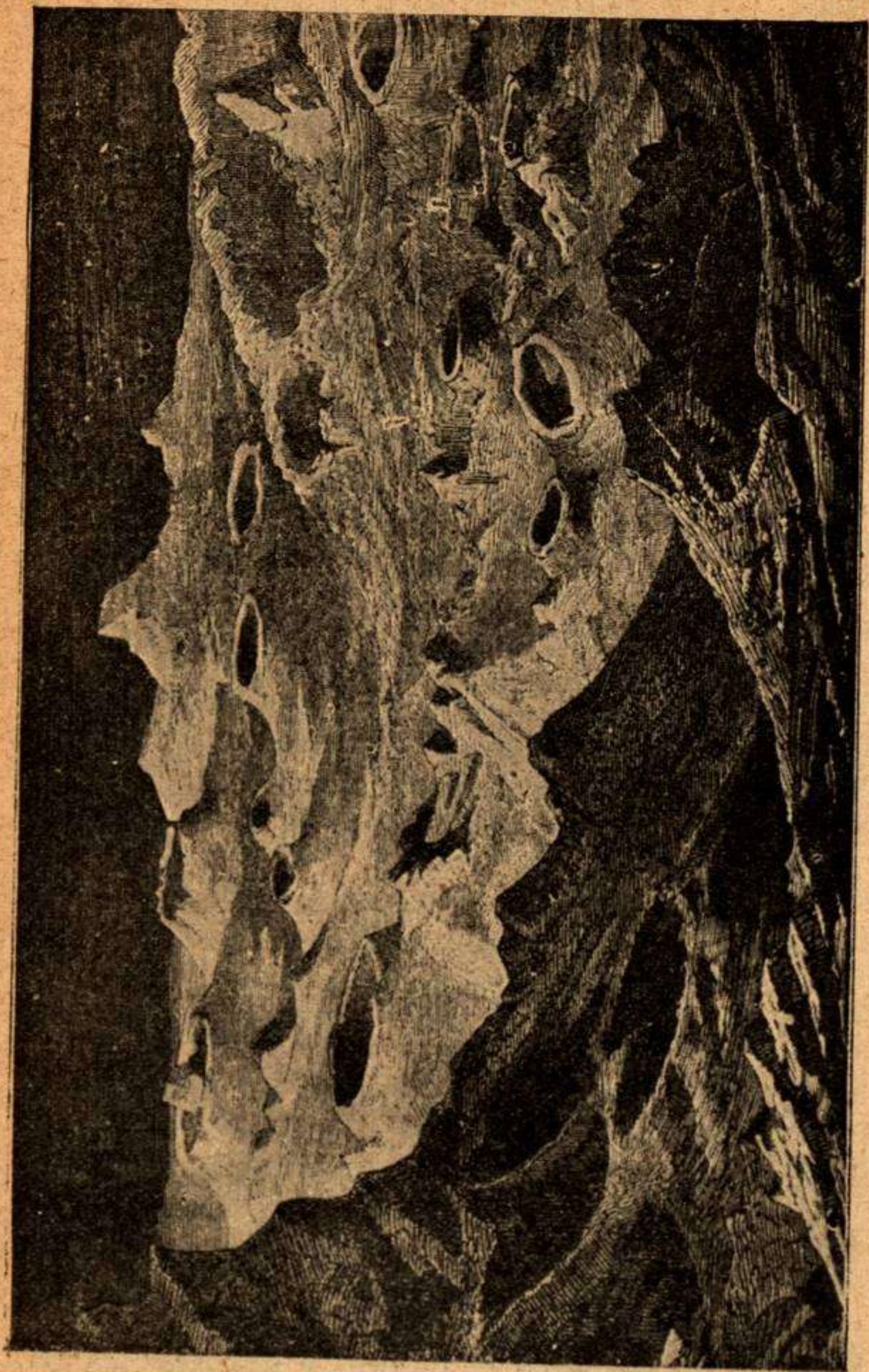


Fig. 55.—Paisaje de la Luna. Volcanes y circos

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 día 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 ésto, agítase la campanilla y aun cuando se ve moverse el badajo y golpear las pa-

redes, 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? Contemplad esos grandes mares y concluid 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 obscuro. 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 aun 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: crearíais 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 cubrelas 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, *paréceme* 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 vuelta, 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 al-



rededor 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 explicación que habéis ya comprendido. Sólo que en la Luna los días tienen casi *quince días* y las noches otro tanto (más exactamente catorce 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 cumbres de las montañas son iluminadas, deslumbradoras, pero los valles están aun en la som-

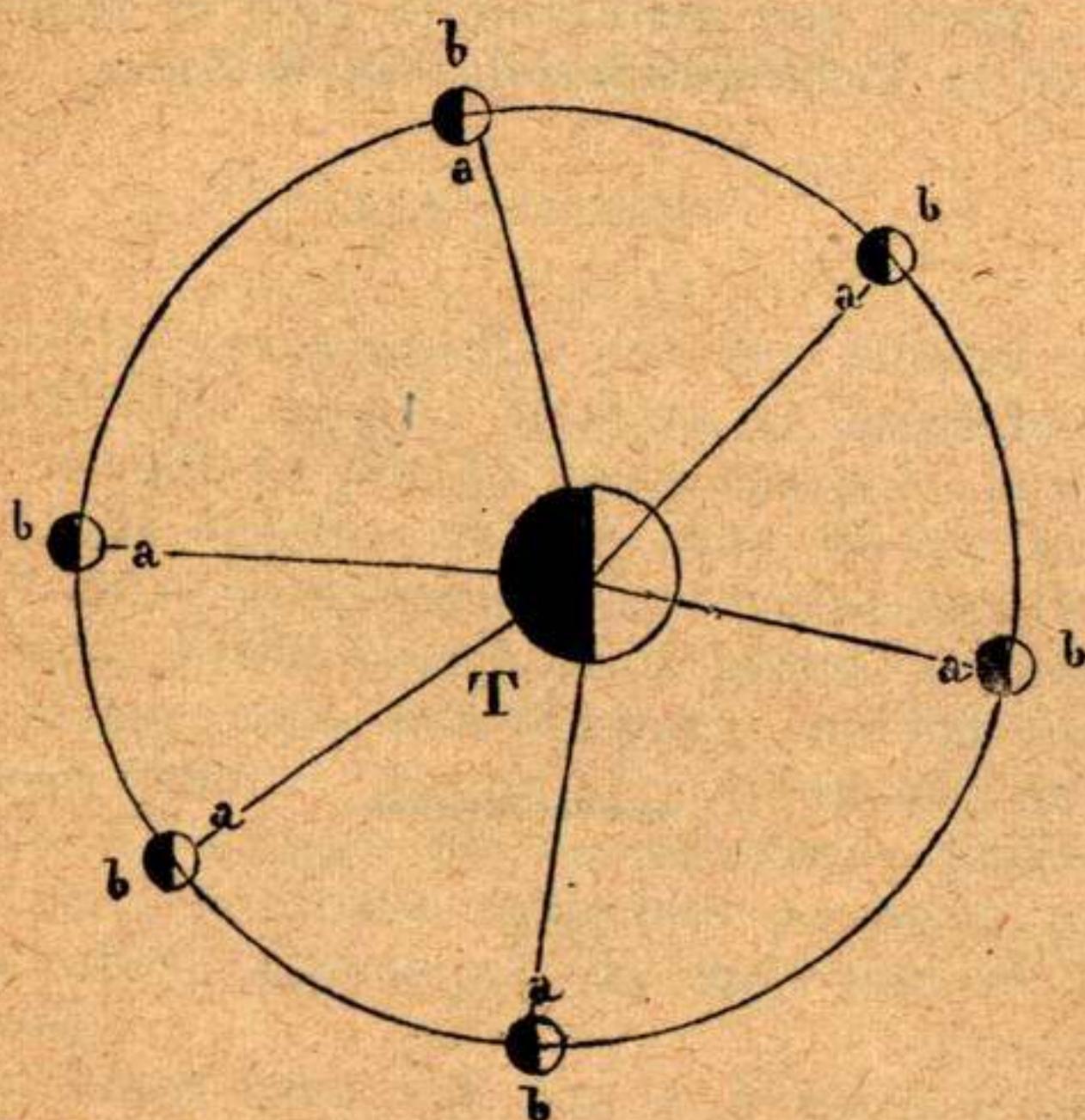


Fig. 57.—Posiciones de la Luna mostrando siempre su misma cara á la Tierra; *a*, punto vuelto hacia nosotros; *b*, punto vuelto hacia el lado opuesto.

bra. 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*.

LECCION ONCENA

LOS ECLIPSES

Sombras proyectadas por los objetos opacos.—De día cuando alumbra el hermoso Sol, veis extenderse por la parte opuesta, la sombra de los árboles, de las rocas, de las casas; veis vuestra propia sombra *proyectarse* á vuestros pies, ó dibujarse en una pared. De noche, cuando encendéis una lámpara ¿no habéis observado grandes sombras extrañas que se extienden á lo largo de las paredes?—Todo objeto *opaco* iluminado de un lado *proyecta*, pues, su sombra, deteniendo la luz, por el lado opuesto.

Volvamos otra vez aun á nuestra lámpara con globo de cristal deslustrado, que nos ha servido ya para representar el Sol; y á nuestra bolita, nuestra manzana ó nuestra naranja que para nosotros figura la Tierra. Mantengamos ésta suspendida de un cordel á cierta distancia de la lámpara, y veremos que la mitad de la bola vuelta hacia el *manantial de luz* está iluminada, y la otra mitad obscura: ya hemos observado esto. Pero además, *detrás* de la bola, al lado opuesto de la lámpara, hay cierto espacio donde no puede llegar la luz de

la lámpara, porque la detiene la bola. Este espacio obscuro *en el aire*, detrás de la bola, es lo que se llama precisamente *sombra*—la sombra de la bola.

Si coloco en este espacio un pequeño objeto,

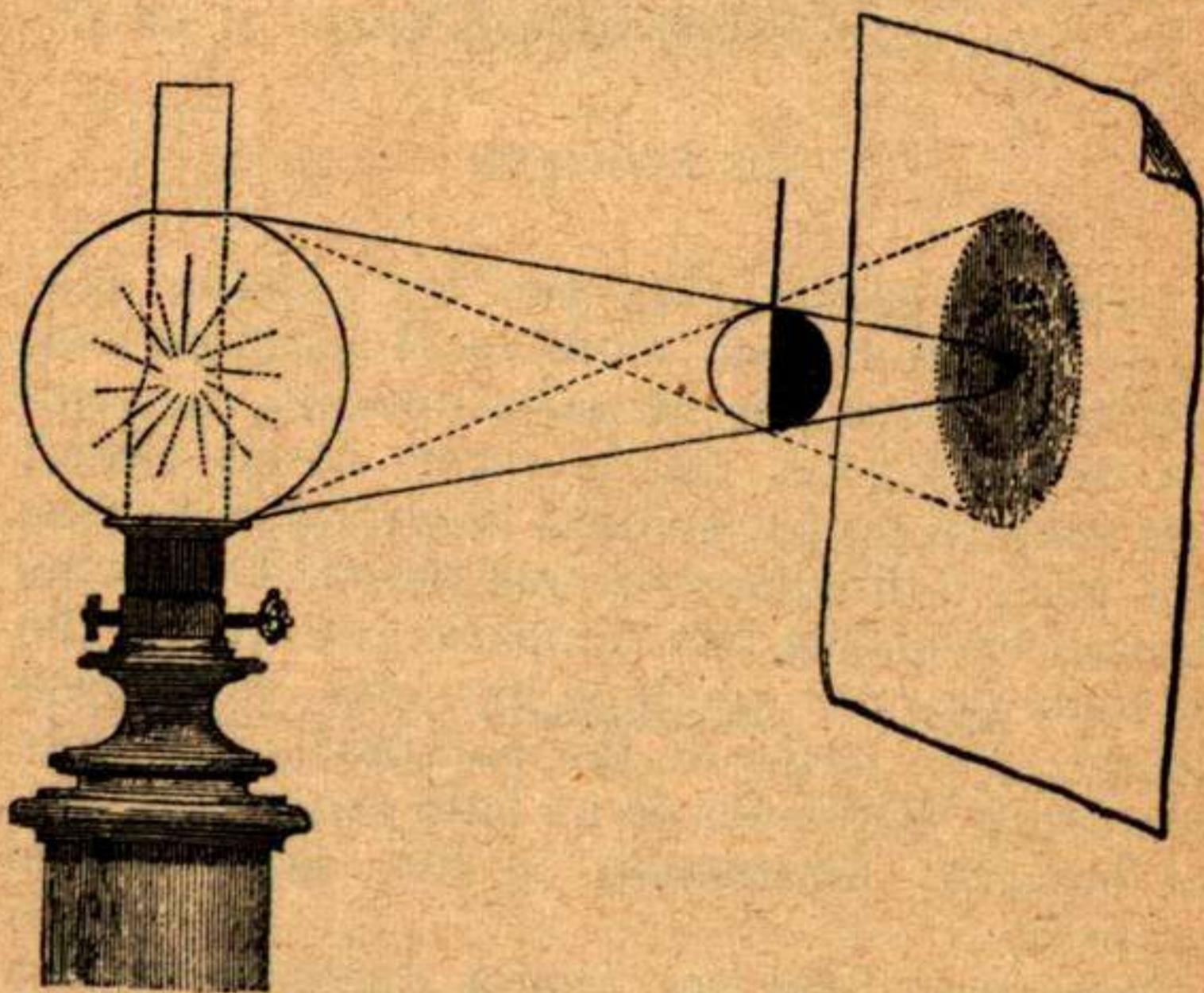


Fig. 58.—Sombra penumbra de una bola

una bola de billar, por ejemplo, no recibirá luz: está en la sombra. La luz pasa por encima, por debajo, á derecha é izquierda, y hasta podríamos encontrar una posición en que una parte de la bola de billar estuviera en la sombra, mientras la otra fuera iluminada por la lámpara.

El espacio en el cual la bola oculta por completo la *esfera iluminada*, tiene, *en el aire*,

la forma de un cono, es decir, que va alargándose detrás de la bola, estrechándose y acabando en punta. Esto es lo que se llama *cono de sombra*.

Cojamos una hoja de papel blanco, coloquémosla detrás de la bola y muy cerca de ella. La parte del papel que corta la sombra forma como una mancha redonda, un circulito obscuro en medio de la superficie iluminada. El círculo obscuro es á corta diferencia tan grande como la bola misma. Pero apartemos paulatinamente la hoja de papel, y veremos como disminuye la «mancha de sombra», como se va estrechando, lo cual prueba que la *sombra* decrece hasta terminar en punta. Al mismo tiempo, si observáis atentamente veréis alrededor de la mancha obscura un círculo grisáceo, semiiluminado únicamente, pero no del todo obscuro, que aumenta á medida que el papel se aleja, en tanto se empequeñece la mancha obscura. Esta extensión semiiluminada alrededor de la sombra más negra es lo que llamamos *penumbra*: es el espacio en el que la bola no oculta toda la *esfera iluminadora*, sino tan sólo una parte de la misma, deteniendo de esta suerte únicamente una parte de la luz, no toda.

Eclipses de Luna.—Figuraos ahora la Tierra, esfera opaca, flotando en el espacio inmenso frente á la gran esfera iluminadora que es el Sol. La Tierra proyecta también hacia la parte opuesta al Sol, una gran sombra que se prolonga tras ella en el espacio.

Esta sombra tiene asimismo la forma de un cono. Cerca de nuestro globo tiene el mismo

diámetro, la misma amplitud que él, pero luego se estrecha, y acaba en punta á 1.400.000 kilómetros aproximadamente de la Tierra.

La Luna, según ya hemos visto, gira alrededor de nuestro globo á una distancia de 384.000 kilómetros. Cuando pasa detrás de la Tierra, por la parte opuesta al Sol, puede ocurrir que atraviese la sombra de la Tierra, que se extiende mucho más allá, y en tal caso pierde la luz que recibe del Sol. Este fenómeno se conoce con el nombre de *eclipse*—un *eclipse de Luna*. Vese entrar la Luna paulatinamente en el espacio obscuro, mientras la sombra va invadiéndola, y si la Luna se sumerge por completo en el cono de sombra, el *eclipse* es *total*.

¡ Curioso fenómeno, en verdad, ver esa hermosa Luna cubrirse gradualmente de sombra que desaparece, que se *extingue*, por así decirlo, en mitad del cielo! Apenas si se distingue su disco teñido de un débil reflejo rojizo. Al cabo de cierto tiempo la Luna sale gradualmente de la sombra por el *lado opuesto*; se ve un rayo de luz iluminar el borde, extenderse después por la superficie, y muy pronto el astro vuelve á adquirir su claridad.

Ocurre con frecuencia que la Luna no atraviesa por completo la sombra ni se hunde en ella totalmente; al pasar de lado no hace más que *cortar* la sombra más ó menos profundamente. Entonces queda obscura únicamente la parte que atraviesa la sombra, pero el resto de la superficie continua brillando, si bien menos intensamente que de ordinario, porque se encuentra en la *penumbra* que rodea el cono

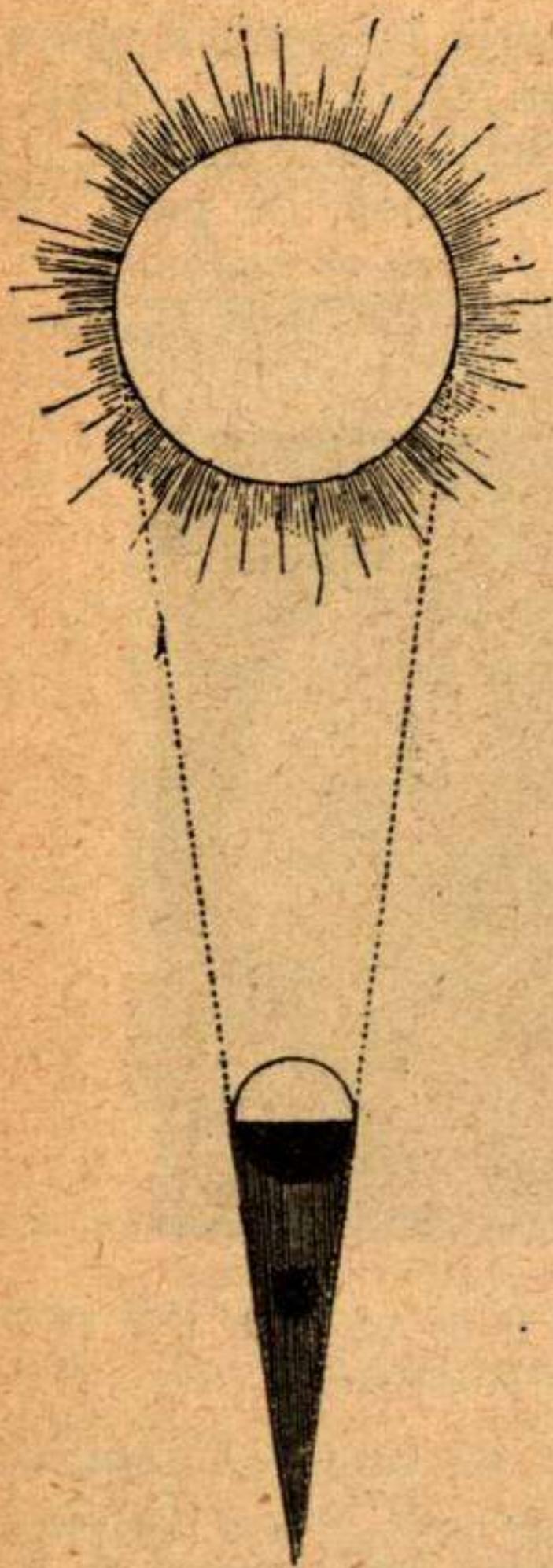


Fig. 59.—Eclipse total de Luna. La Luna está por completo en la sombra de la Tierra.



Fig. 60.—Eclipse parcial de Luna. La Luna sólo está en parte en la sombra de la Tierra.

oscuro. Entonces el *eclipse* sólo es *parcial*. Se ve la *sombra proyectada* por la Tierra so-

bre la Luna, como se vería la sombra proyectada en la pared por un objeto cualquiera, y esta sombra parece perfectamente redonda en su contorno: aquí encontramos, de paso, una nueva prueba de que *la Tierra es redonda*.

Condiciones de un eclipse de Luna.—¿Cuán-

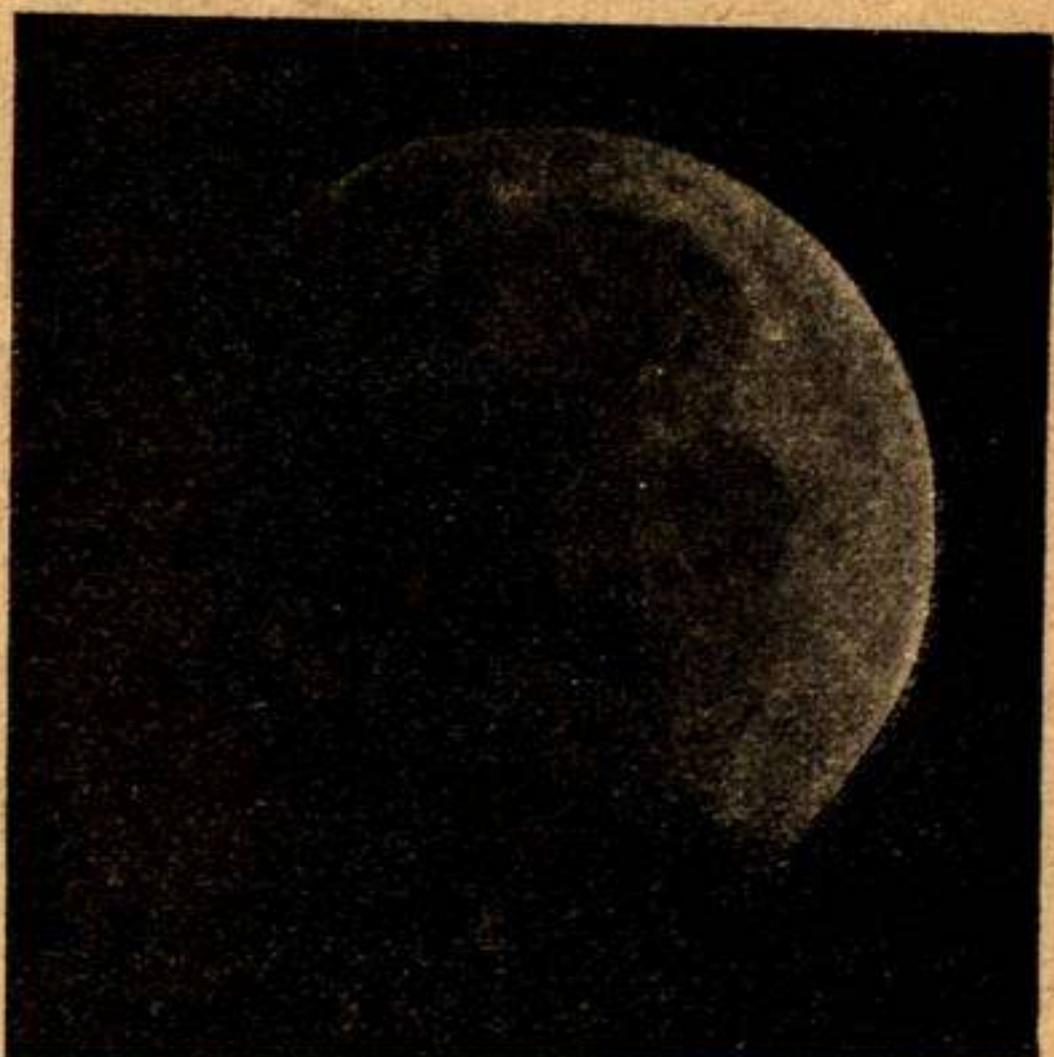


Fig. 61.—El eclipse de Luna del 15 de Agosto de 1905, 3 h 50 m (mitad del eclipse)

do puede ser *eclipsada* la Luna? Cuando se encuentra *en oposición* con el Sol, y como entonces hay *Luna llena*, será únicamente en este caso cuando haya eclipses de Luna. Todos los meses pasa la Luna á la parte opuesta al Sol; si pasara siempre *exactamente* detrás de la Tierra, á cada vuelta atravesaría la sombra, y habría eclipse siempre que hubiera Luna llena, es decir, todos los meses. Pero no ocurre

así; por el contrario, con la mayor frecuencia la Luna pasa algo por encima ó por debajo del cono de sombra en lugar de atravesarlo ó de



Fig. 62.—Fotografía del eclipse de Luna del 15 de Agosto de 1905, sacada en el Observatorio de Nanterre

rozarlo únicamente, y en tal caso ya no hay eclipse de Luna.

Eclipses de Sol.—También el Sol puede ser eclipsado. No puede perder su luz, porque es la *fente de luz*; pero puede ser ocultado á nuestra vista.

Una persona gruesa pasa por delante vuestro, interponiéndose entre vosotros y el Sol. En el momento que pasa os oculta á éste. Colocáis un libro, un cuaderno ante vuestros ojos, *entre vos y la lámpara*, y ya no veis más

ésta. He ahí toda la explicación de un eclipse de Sol.

Pero ¿quién puede colocarse de esta suerte entre nosotros y el Sol para ocultárnoslo?—La Luna.

Como sabéis ya, circulando alrededor de la Tierra, la Luna pasa, á cada vuelta entre la Tierra y el Sol: tenemos entonces, como no habréis olvidado, *Luna nueva*. Si entonces pasa *exactamente* por delante del Sol, entre él y nosotros, *precisamente por la misma línea*, en el momento en que pasa nos oculta el Sol.

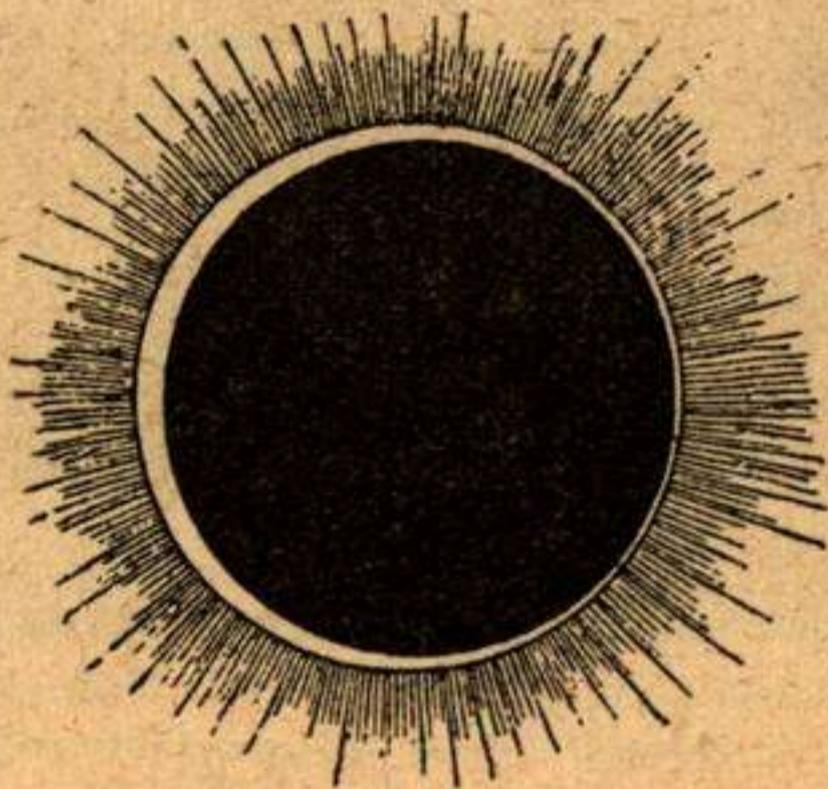


Fig. 63.—Eclipse anular de Sol

En el momento en que nos oculta por un instante y por completo el hermoso globo de fuego, hay *eclipse total de Sol*, y si nos oculta tan sólo una parte, vemos un *eclipse parcial de Sol*.

Condiciones de un eclipse de Sol.—Pero ¿cómo, diréis tal vez, la Luna, que es centenares de miles de veces más pequeña que el Sol, có-

mo puede ni por un momento ocultarnos el Sol por *completo*?—Pronto lo comprenderéis.

Por experiencia diaria debéis saber, que un objeto más pequeño, y más cercano á nosotros, puede ocultar á nuestros ojos un objeto mayor situado más lejos. Vuestra mano colocada delante de vuestros ojos, cubrirá una casa situada á cierta distancia, y hasta toda una montaña que se elevara en el horizonte.

La Luna es mucho menor que el Sol, pero está mucho más cerca de nosotros, lo cual compensa el tamaño; esto hace que la Luna tenga un *diámetro aparente* casi igual que el del Sol, según hemos ya observado.—Además, la Luna no siempre está á igual distancia de la Tierra: tan pronto se acerca á ella un poco, y entonces nos parece *algo mayor* que el Sol, tan pronto se aleja y su *diámetro aparente* es *algo menor* que el del Sol. Si la Luna pasa, por consiguiente, justamente por delante del astro en el momento en que por estar más cerca de nosotros nos parece mayor, puede ocultárnoslo completamente durante algunos instantes, lo cual origina el *eclipse total*.

Si en aquel momento, por el contrario, se encuentra más alejada de la Tierra, pareciendo menor que el Sol, no puede ocultárnoslo por completo: pasando ante él produce el efecto de una gran mancha negra cubriendo casi todo el disco, pero dejando desbordar á su alrededor como una corona, como un *anillo* de luz. Entonces se dice que se verifica un *eclipse anular* de Sol.

Si la luna pasara siempre *exactamente* entre

nosotros y el Sol, habría eclipse de Sol cada Luna nueva, es decir, todos los meses. Pero en la mayoría de los casos la Luna no pasa directamente por la misma línea, sino algo por encima ó por debajo, no verificándose entonces ninguna clase de eclipse.

Proyección de la sombra de la Luna sobre la Tierra.—Cuando hay *eclipse de Luna*, es para todo el mundo; quiero decir que estando privada la Luna de su luz total ó parcialmente, el eclipse es visible desde todos los países que tienen noche en aquel momento, y la Luna sobre su horizonte. Pero no ocurre lo propio con los eclipses de Sol, como vais á ver.

La Luna, como la Tierra, tiene tras sí su pequeño cono de sombra. Cuando pasa entre nosotros y el Sol, esta sombra encuentra la superficie de la Tierra, y entonces forma una pequeña mancha redonda obscura sobre esta superficie iluminada por el Sol, que es la *sombra proyectada* por la Luna, la cual deslízase sobre la Tierra, como se desliza por la pared vuestra sombra cuando pasáis entre ella y el Sol. Ahora bien, la superficie de la Tierra se encuentra casi en la pequeña parte del cono de sombra; la mancha obscura es, pues, muy pequeña en proporción: jamás pasa de unas *ochenta leguas* de anchura todo lo más. Sólo los habitantes sobre quienes pasa la sombra de la Luna, ven el Sol totalmente eclipsado; mientras en otras partes, por el contrario, otros observadores continuarán viendo el astro en toda su plenitud, pues no encontrándose la Luna justamente frente á aquellos parajes, no les oculta en modo



Fig. 64.—Eclipse de Sol

alguno el Sol y no los cubre con su sombra. Los que se encuentran solamente al paso de la *penumbra* que rodea la mancha negra, ven un *eclipse parcial*, porque la Luna solo les oculta, en el momento de su paso, *una parte* del disco brillante.

Ahora bien, como esta sombra estrecha que se desliza de esta suerte por la superficie de la Tierra, pasa así por los mares como por los continentes, por los desiertos como por los lugares habitados, ocurre que los eclipses de Sol sólo pueden ser vistos en una pequeña extensión de países habitados. Y entonces un lugar determinado, la ciudad ó pueblo en que habitéis tienen pocas probabilidades de encontrarse precisamente en el paso de la sombra. Así es que *para cada lugar aislado* son muy raros los eclipses de Sol, especialmente los eclipses totales. Pero trasladándose á los países por donde debe pasar la sombra, pueden observarse con mucha frecuencia.

Descripción de un eclipse de Sol.—Un eclipse total de Sol es un fenómeno muy curioso y sorprendente: ¡una noche corta en mitad del día!—Imaginemos un cielo puro, sin nubes, y un Sol radiante. De pronto debilitase la luz del astro, apareciendo en el contorno del disco brillante una escotadura negra y redonda—es el borde de la Luna obscura—la cual avanza y gana terreno paulatinamente. Bien pronto queda oculta la mitad del Sol, sucediendo desde este momento al resplandor del día una claridad mortecina. El paisaje queda velado por la sombra, y todos los colores palidecen.—Sor-

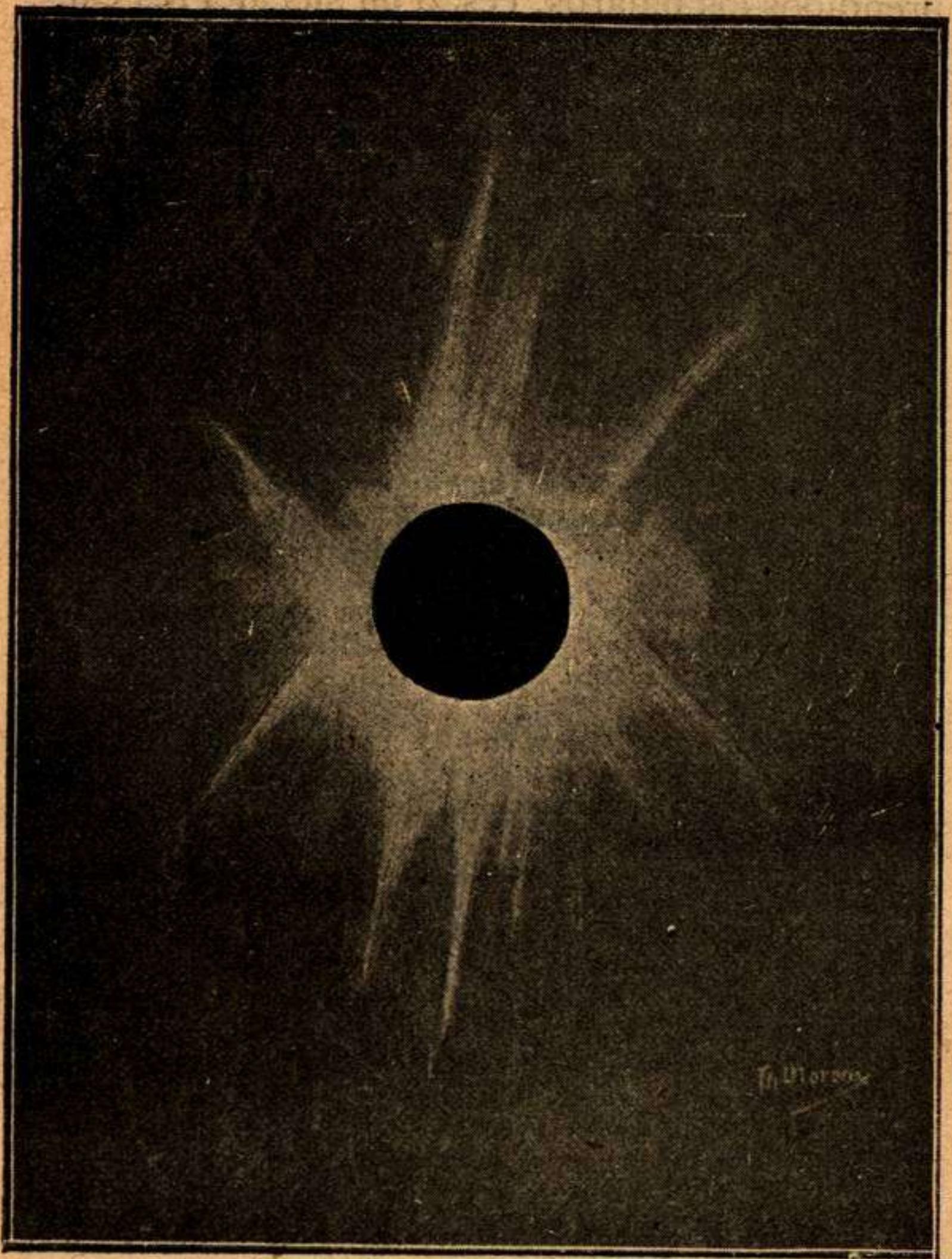


Fig. 65.—Dibujo del eclipse de Sol de 30 de Agosto de 1905,
hecho en Sfax (Túnez) por Mr. Moreux

prendidos los pájaros, cesan en sus alegres cantos y se ocultan bajo el follaje; los ganados inquietos balan ó mujen; los polluelos se acurrucan bajo las alas de la madre; las mismas flores cierran sus corolas, cual si la noche se viera encima.—Ya no se ve más que un pequeño *creciente* de Sol, que va menguando cada vez más, y acaba por desaparecer. Y entonces empieza la noche... una noche profunda y lúgubre; reina el silencio por doquiera; las estrellas brillan en el cielo; el aire se enfría y sopla una brisa cuyo frescor sobrecoge. Los pájaros nocturnos salen de sus nidos, y los murciélagos remontan el vuelo. Los animales parecen asustados: el caballo niégase á avanzar, y el perro échase temblando á los pies de su amo. Y el mismo hombre... nosotros que estábamos previamente prevenidos, los que hemos venido á observar y sabemos que ese es un fenómeno completamente natural, nos sentimos impresionados, absortos, á pesar nuestro. Hay un momento en que parece haberse extinguido la magnífica antorcha del cielo, y no podemos menos que exclamar: «¡ Si se extinguiera el Sol para siempre jamás! ¡ si ya no nos diera nunca más su luz! ¡ qué sería de la Tierra! ¡ de nosotros mismos!»—Pero no: alrededor del disco negro de la Luna, se ve como una corona radiante—la corona de que he hablado en la página 105—de suave luz, que indica aún el lugar del Sol; y cuando nuestros ojos se han acostumbrado á la obscuridad, reconocemos que la noche no es tan obscura como al principio nos pareciera.—¡ Ah!... de sú-

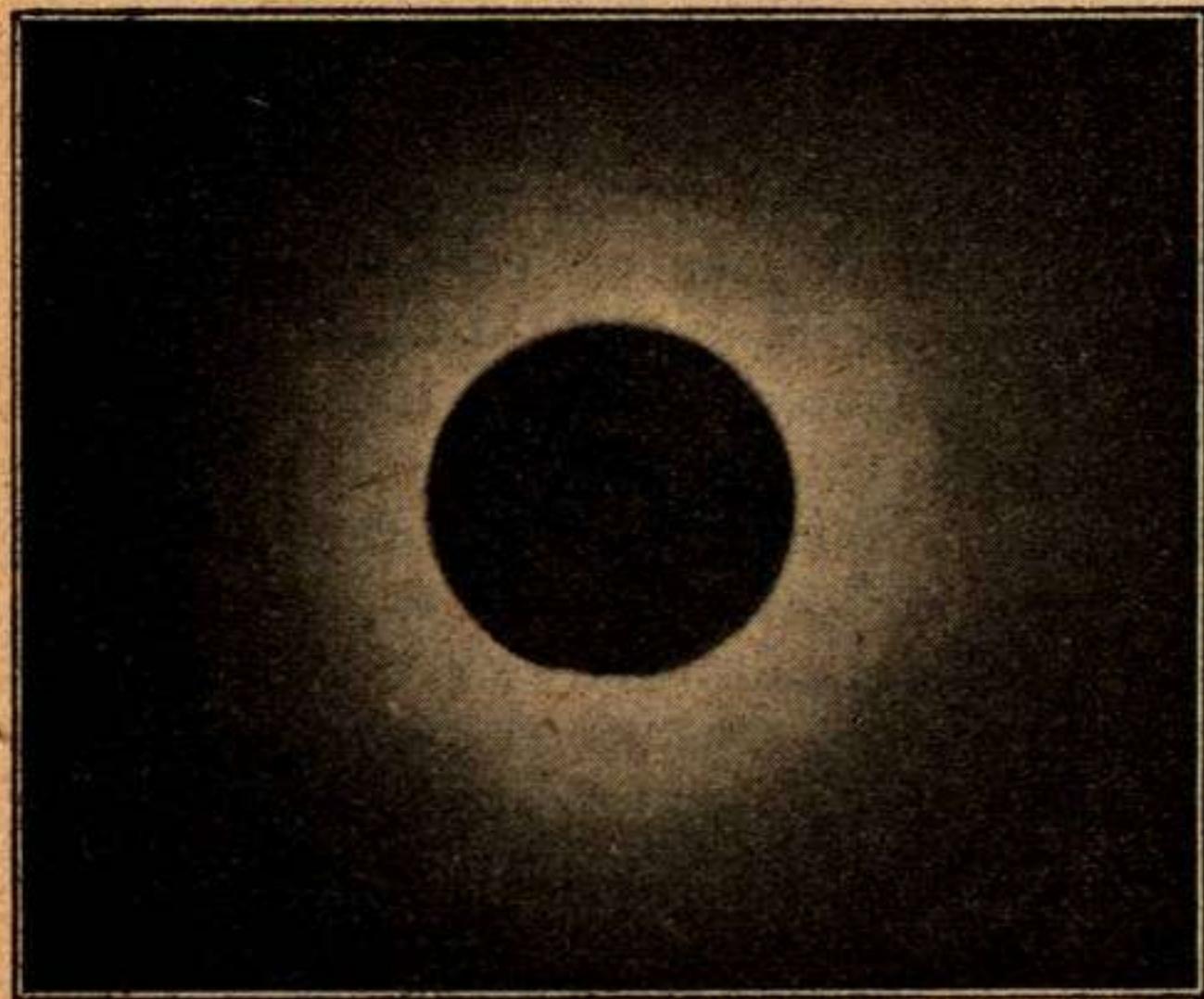


Fig. 66.--Eclipse del 30 de Agosto de 1905
Principio de la totalidad

(Fotografías sacadas por el Sr. Comas Solá en el observatorio instalado en Vinaroz)

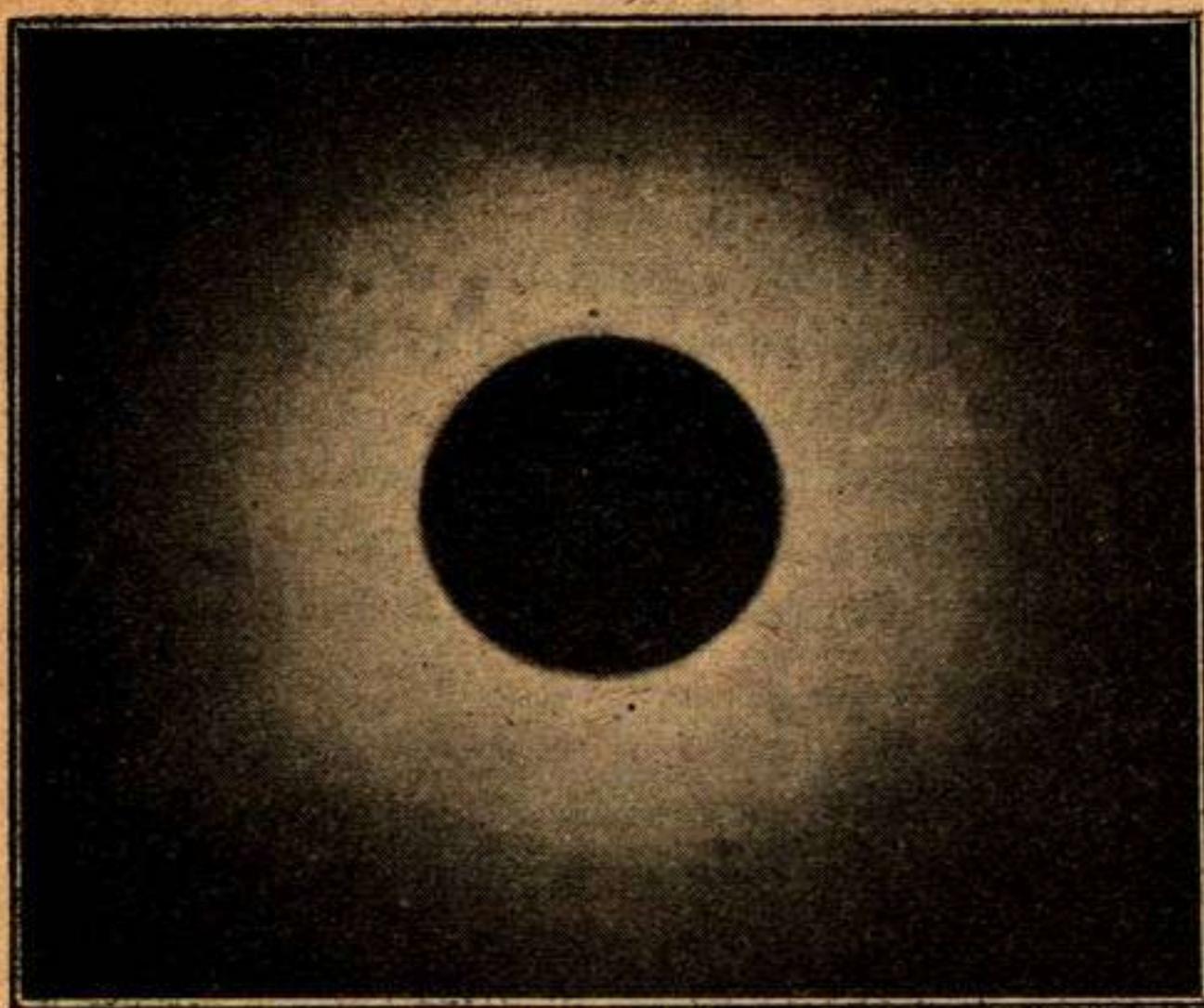


Fig. 67.--Eclipse del 30 de Agosto de 1905
Fin de la totalidad

bito surgen de los espectadores mil gritos de alegría que, desde hacía varios minutos esperaban inmóviles y silenciosos: un relámpago de luz brota del borde del Sol, y el rayo se desborda cada vez más ardiente. La Luna, continuando su camino, descubre paulatinamente el disco solar, por el lado opuesto al que había comenzado á invadir, y reaparece la radiante luz del día.

Supersticiones relativas á los eclipses.—Los pueblos antiguos, ignorantes y supersticiosos, tenían un horror grande á los eclipses. Eran para ellos un *prodigio*, un trastorno de la Tierra... ¡ El Sol, la Luna, perder su luz!... ¡ Aquello seguramente anunciaba alguna desgracia, una guerra, una peste, un diluvio!—Unos creíanse que era el fin del mundo; otros se imaginaban un espantoso dragón que se comía al Sol profiriendo gritos desesperados... Sin embargo, los hombres instruídos, los sabios de entonces sabían ya—como todo el mundo sabe en nuestros días—que un eclipse no era una cosa sobrenatural, sino por el contrario un hecho muy natural y sencillísimo. Habíase observado incluso que al cabo de 18 años y 11 días la Tierra y la Luna volvían ambas á una posición parecida frente al Sol, y que los eclipses se sucedían también, casi simultaneamente. Por medio de ese período vosotros mismos os halláis en situación de *predecir*, con varios años de antelación, los eclipses que habrán de verificarse, pues os bastará saber cuantos han sido los observados en los años precedentes, y añadir á la fecha de cada uno 18 años y 11 días.

Época de los eclipses.—Pero esto sólo es *poco más ó menos*, como solemos decir, sobre todo por lo que á los eclipses de Sol se refiere, los cuales no son todos visibles desde los mismos puntos. Los astrónomos, perfectos conocedores de los movimientos de la Tierra y de la Luna, pueden calcular exactamente el momento en que la Luna atravesará la sombra ó pasará por delante del Sol; saben predecir, con años, con siglos de antelación, el día, la hora, el minuto, el segundo, en que tendrá lugar el eclipse; los lugares en que podrá verse, y todas las apariencias del fenómeno. Todos los años hay, así de Sol como de Luna, á lo menos *dos* eclipses y á lo más *siete*, visibles en alguna parte de la Tierra; porque hemos de tener muy presente que cuando se verifica un eclipse, no es siempre visible en el país en que habitamos. Conforme hemos ya dicho, los eclipses totales de Sol, son muy raros para un lugar determinado. Así, en París, no ha habido más que un sólo eclipse total de Sol en el siglo diez y ocho, no lo ha habido después y ya no lo habrá hasta el año ; 2026! No obstante, los de los años 1912, 1927, 1961 y 1999 serán casi totales.

LECCION DUODECIMA

OJEADA GENERAL SOBRE EL SISTEMA SOLAR

Ya hemos visto cómo describe la Tierra en el espacio del cielo su gran curva *anual*, su inmensa órbita alrededor del Sol. Ahora habéis de saber que nuestro globo no es el único que gira de esta suerte alrededor de la brillante esfera ardiente. La Tierra tiene hermanas... quiero decir que hay otros globos parecidos á ella, macizos, opacos y por sí mismos oscuros como ella, aislados también y sin apoyo ninguno en el espacio, y circulando asimismo alrededor del Sol. Esos globos llámanse *planetas*, de una palabra griega que significa *astros errantes*.

A simple vista no podríais distinguir de las estrellas estos astros, pues tienen para nuestros ojos el mismo aspecto que ellos: son puntitos más ó menos brillantes en la negra profundidad del cielo. Sin embargo, hay grandes diferencias entre ellos y las estrellas.

Distinción entre los planetas y las estrellas.—En primer término, las estrellas se nos muestran siempre en el mismo lugar *las unas con relación á las otras*. Quiero decir que si en una noche determinada se observa un grupo

de estrellas, un mes, un año después, reconócese que esas estrellas están siempre dispuestas de la misma manera, incluso las que se hallaban más próximas. Por lo que se refiere á los planetas, ocurre todo lo contrario. Una noche veis brillar un planeta junto á una estrella fácil de reconocer, y algunos días después está

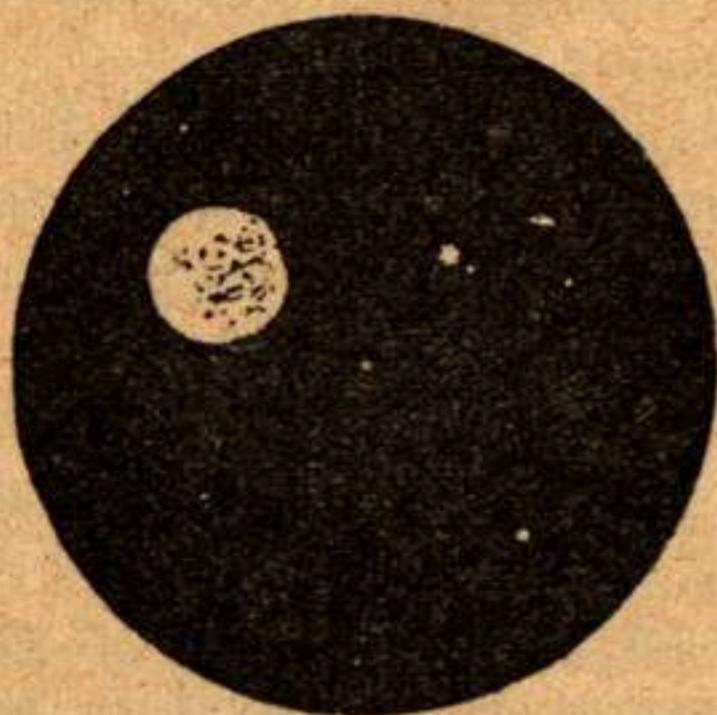


Fig. 68.—Planeta visto con el telescopio y cuyo tamaño parece muy aumentado mientras permanece invariable el grosor de las estrellas que le rodean.

más lejos; cerca de otra. Los astrónomos conocen perfectamente los diversos grupos de estrellas; de modo que cuando ven un astro que parece cambiar de sitio, y pasearse, si vale la palabra, de grupo en grupo á través de las estrellas, dicen enseguida: he aquí un *planeta*.

En realidad, los planetas cambian de lugar en el cielo, puesto que, según hemos dicho, giran alrededor del Sol, como la Tierra.

Otra diferencia. Cuando se observa un planeta con un antejo (hemos ya hablado de estos instrumentos maravillosos que hacen pa-

recer los objetos mayores y más cercanos de lo que se les ve á simple vista), ya no se distingue entonces un sencillo punto luminoso, sino un disco más ó menos amplio, comparable en un todo con el de la Luna observada á simple vista. Las estrellas, por el contrario, por una razón que más lejos os explicaremos, vistas á través de los más *potentes* telescopios, de los que más aumentan, parecen siempre puntitos temblorosos.

Los planetas no son como el Sol ni como las estrellas, *manantiales de luz*; no brillan con luz propia. Son, como hemos dicho, oscuros por sí mismos, son globos opacos y macizos, cual la Tierra y la Luna. Brillan porque son iluminados por el Sol, y envían, *reflejan* su luz, como hace la Luna y la misma Tierra. Y como aquella, ni son *pulidos* cual un espejo, ni puramente blancos. Su superficie es descolorida y desigual como la de la Tierra, pero la luz del Sol es tan viva que un simple reflejo, enviado desde tan lejos hasta nuestros ojos, nos hace parecer el planeta radiante.

En realidad, un planeta es una bola muy grande, y si nos parece pequeño es á causa de la distancia. Pareciéndonos venir toda la luz que nos envía de un solo puntito, nos hace creer que ésta es muy brillante. Pero cuando se mira el planeta con un antejo de gran aumento, parece considerablemente ampliado, y entonces toda la luz que envía al instrumento, pareciéndonos *ostentada*, por así decirlo, en una superficie mayor, la creemos menos viva. Así hemos visto la superficie de la Luna, tan des-

lumbradora á simple vista, parecemos, á través de anteojos de gran aumento, iluminada tan sólo como lo son nuestros campos en un hermoso día de verano. Y, en efecto, es lo mismo; si os acordáis, la Tierra vista de lejos brilla también; desde la Luna nos ha parecido tan luminosa como la Luna vista desde aquí, y á mayor distancia brilla como una clara estrella de color tranquilo y algo verdoso, errando en la noche del espacio. ¡Nuestra Tierra también es un astro del cielo! Es un planeta, y la contaremos según el rango que le corresponde, entre los otros planetas hermanos suyos.

Contando la Tierra, hay *ocho planetas principales*, cuatro de dimensión mediana y cuatro grandes, todos los cuales giran alrededor del Sol; además hay una gran cantidad de planetas insignificantes. He aquí los nombres de los planetas principales con sus distancias al Sol, y comenzando por el más cercano á éste:

Planetas medianos	{	Mercurio.	á	58 millones de kilómetros del Sol				
		Venus.	á	108	»	»	»	»
		<i>La Tierra.</i>	á	149	»	»	»	»
		Marte.	á	227	»	»	»	»
Grandes planetas	{	Júpiter.	á	775	»	»	»	»
		Saturno.	á	1421	»	»	»	»
		Urano.	á	2858	»	»	»	»
		Neptuno.	á	4478	»	»	»	»

Estos nombres son los de antiguas divinidades de la mitología. Como veis, la Tierra es la tercera en el orden de las distancias, á partir del Sol. Estos ocho globos giran alrededor del



Sol absolutamente como la Tierra, y *en el mismo sentido*, describiendo cada uno su *órbita*, que tiene también la forma de una *elipse*, pero de una elipse poco diferente de un círculo. Es de advertir que los más cercanos describen, como es natural, órbitas más pequeñas, y los más alejados, órbitas inmensas. Además, ocurre que los planetas más cercanos al Sol, que han de recorrer un camino más corto, corren en el mismo tiempo más rápidamente, y que los más lejanos, que han de recorrer una ruta mucho más larga, se mueven más lentamente. Por consiguiente, por doble razón estos últimos emplearán un tiempo más considerable en dar su inmensa vuelta; mientras los más cercanos habrán acabado la suya en poco tiempo.

Acabamos de nombrar los planetas *principales*; esto quiere decir que aun hay otros. Efectivamente, entre la *órbita* de *Marte* y la de *Jupiter*, hay un amplio espacio de 540 millones de kilómetros, y en este espacio circula todo un enjambre de pequeños planetas, pero muy pequeños: algunos no son mayores en superficie que una provincia de cualquier Estado Europeo. Se han descubierto ya más de 500 de esos globos minúsculos, que giran absolutamente como los planetas principales. Son tan pequeños y están tan lejos de nosotros, que difícilmente se les distingue, y no pueden observarse como no sea con anteojos de gran potencia.

Hay más aún. La Tierra tiene una *Luna*, una compañera que la sigue por doquiera girando á su alrededor. Pues bien, nuestro globo

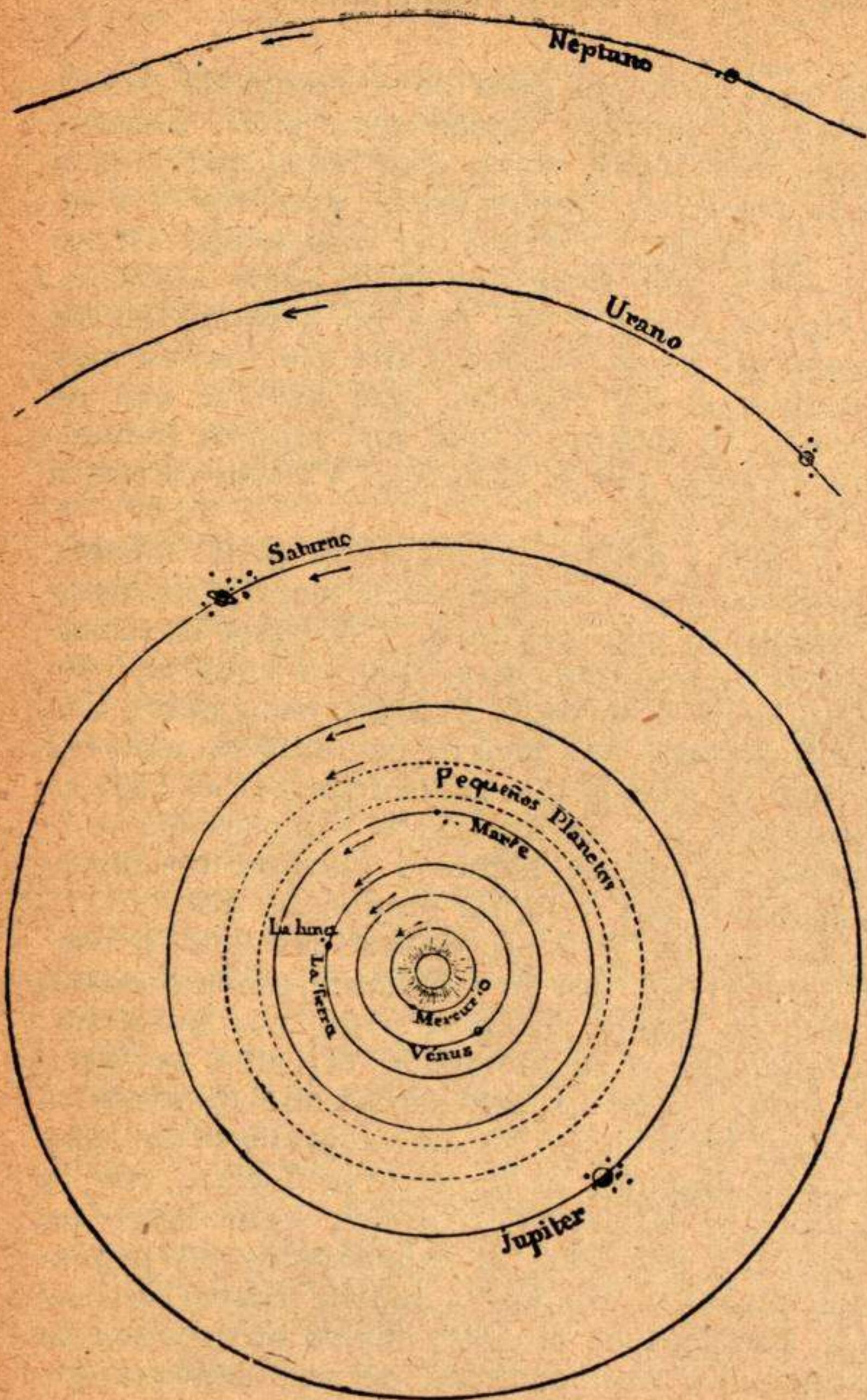


Fig. 69. — Sistema solar

no es el único que goza de tal compañía. *Marte* tiene *dos* lunas y *Jupiter* tiene *siete*. *Saturno* tiene *diez* lunas, como diez bolas que juegan á su alrededor. Vemos *cuatro* satélites de *Ura-no*, y, en fin, *Neptuno*, el más lejano de los planetas, sólo tiene una luna, como nosotros. ¿Hemos acabado ya? Aun no. Además de los planetas, giran alrededor del Sol, astros muy singulares: los cometas, que sólo se ven de tiempo en tiempo, y que son vapores luminosos errantes por el espacio... Ya volveremos á hablar de ellos.

Vamos á detenernos algo más en los mismos planetas, que examinaremos luego más detalladamente uno tras otro, y diremos las cosas curiosas, sorprendentes, que en cada uno de ellos se ha observado. Procuraremos desde luego formarnos una idea de conjunto de todo ese grupo de globos que revolotean por el espacio alrededor del mismo astro esplendente, formando lo que se llama el SISTEMA SOLAR, lo que podríamos designar *familia del Sol*.

En primer término, hállase ocupado el centro por el Sol enorme y radiante, globo ardiente como un hogar, brillante como una antorcha, difundiendo á su alrededor, el calor, la luz y la vida. En torno suyo circulando todos en el mismo sentido, se encuentra primero dos planetas; después, el tercero, la Tierra, con la Luna que le sirve de cortejo; sigue luego un cuarto, y más allá, el enjambre de los pequeños planetas. En fin, á mucha mayor distancia, campean en el cielo, cuatro otros planetas principales acompañados de sus satélites gi-

rando con lentitud majestuosa. En último término, á través de este conjunto, figuran los *cometas* vagabundos... Hay que representarse la enorme distancia que separa á esos globos, y las vastas órbitas que describen, para lo cual vamos á imaginarnos una representación en miniatura del *sistema solar*.

Supongamos, pues, una vasta llanura, y en medio, representando al Sol, una gran esfera de un metro de *diámetro*. Para representar proporcionalmente las distancias y los tamaños de los planetas, coloquemos en primer término á los planetas, coloquemos en primer término á 48 metros (80 pasos) de la gran bola un cañamón, que representará *Mercurio*. Una cereza colocada á 84 metros (140 pasos) representará á *Venus*. Otra cereza á 120 metros (200 pasos), será la Tierra. ¡No es mayor en proporción nuestro pobre globo!... Un simple guisante á 192 metros (320 pasos) señalará el lugar y el tamaño de Marte. En cuanto á los pequeños planetas, no vale la pena de hablar de ellos: arrojad al aire si queréis un puñado de finísimos granos de arena. Después de esto vayamos á colocar á 624 metros (medio cuarto de legua), una grande y hermosa naranja, para representar al gran *Júpiter*. Saturno será una manzana regular colocada á 1.200 metros, á más de un kilómetro de la bola. Alejémonos aún el doble (2 kilómetros) y coloquemos un albaricoque, que será *Urano*. En fin, corred hasta tres kilómetros y medio, casi una legua, y colocad á *Neptuno* bajo forma de un melocotón. Además, si colocáis un grano de mijo

al lado de la cereza que representa la Tierra, siete al lado de la naranja (Júpiter), diez en torno de la manzana (Saturno), cuatro alrededor del albaricoque (Urano) y sólo uno cerca del melocotón (Neptuno), habréis representado los satélites. Y luego imaginad que todo esto se pone en movimiento, comienza á correr, á girar en torno del globo central: este voltear fantástico nos representará en miniatura el sistema solar. Los cometas serían pequeños cohetes lanzados á través de este conjunto.

La atracción universal.—Tengamos un momento más de atención. Hemos ya explicado como la Tierra atrae hacia sí toda materia: los objetos sólidos, los líquidos y el mismo aire tan ligero. Cuando cae un objeto, es la Tierra que lo atrae; si arrojáis una piedra al aire con todas vuestras fuerzas, la *atracción* de la Tierra disminuye paulatinamente la velocidad de la piedra, la detiene, y la hace caer por fin. Ahora bien, la Tierra no es única en atraer. Toda masa de materia atrae, tanto más fuertemente cuanto más pesada es. «Entonces el Sol, que es miles de veces más pesado que la Tierra ¿atrae también miles de veces más fuertemente?»—«Sí.»—«La Luna, que es 80 veces más ligera que la Tierra, ¿atrae con una fuerza 80 veces menor?»—En efecto; por eso precisamente, según os acordaréis, hemos encontrado todos los objetos *menos pesados*, es decir *atraídos con menos fuerza*, en la Luna que en la Tierra.

Por consiguiente, *todos los globos se atraen entre sí, pero el Sol, el gran Sol, como es natu-*

ral, domina sobre todos. Esta masa enorme atrae hacia sí con fuerza prodigiosa á la Tierra, á todos los planetas, cuanto está, en fin, á su alrededor, hasta una distancia inmensa.

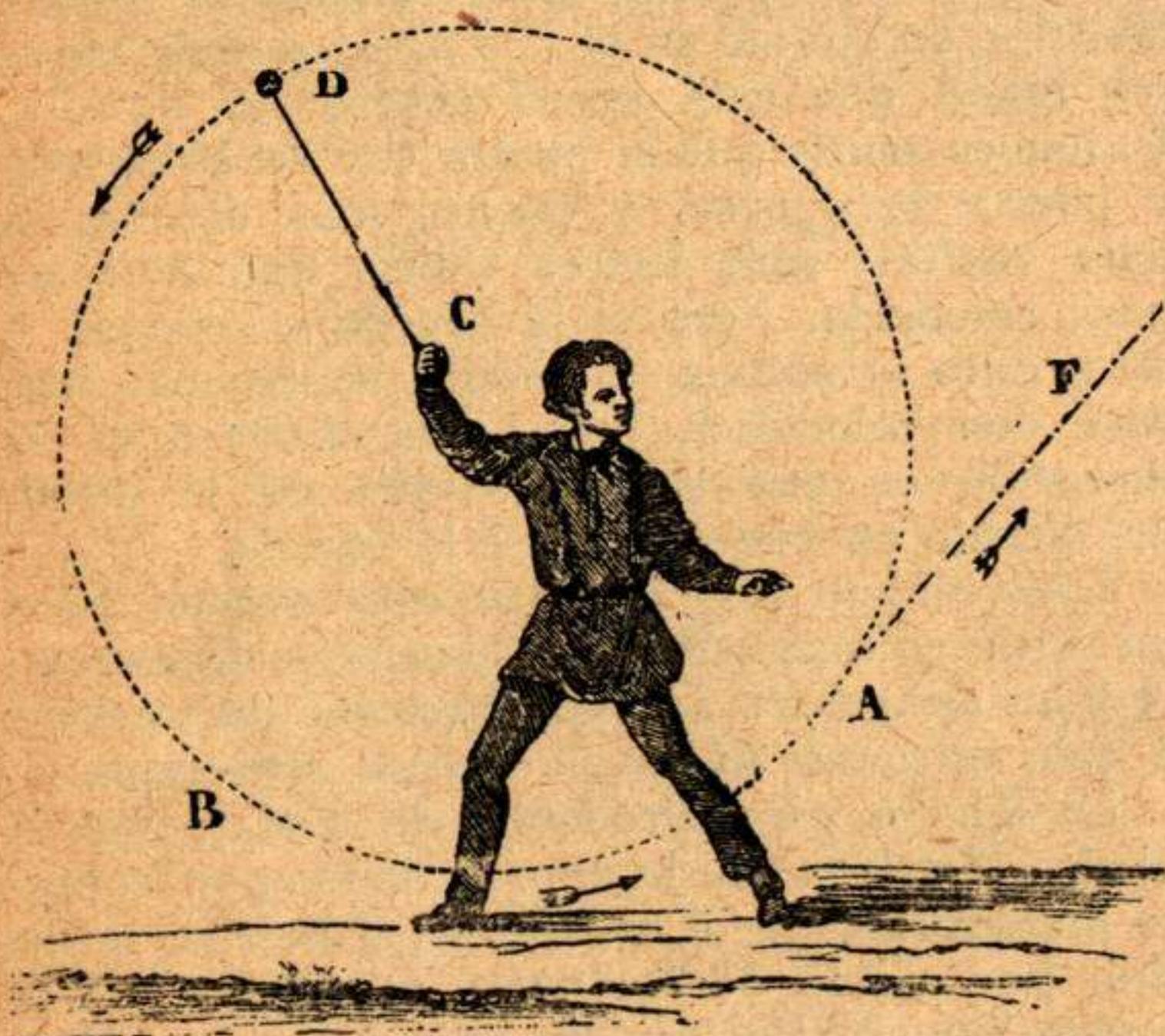


Fig. 70.—A B D, círculo que recorre la piedra; C, centro del círculo; A, punto donde queda libre; A F, dirección que toma al escapar.

Pero entonces, diréis, si la Tierra y los planetas son atraídos con tal fuerza por el Sol, debieran ir todos hacia él, como la piedra al caer va á la Tierra que la atrae. Debieran venir de todas partes á precipitarse en el Sol, á chocar, á romperse contra él... Indudablemente, así debiera ser si no fuese por una causa que lo impide,

Hagamos otro pequeño experimento, que mil veces habréis ya realizado. Si atáis una piedra al extremo de una cuerda y la hacéis girar rápidamente como una honda, la piedra describe un círculo en el aire alrededor de vuestra mano que está en el centro del círculo. Entonces sentís que la piedra tira de la cuerda y parece escaparse, y cuanto más deprisa le dais vueltas, más fuerza tenéis que emplear para retenerla. Pero si la cuerda se rompe, ó de pronto la soltáis, la piedra se escapa, lánzase con velocidad, huye oblicuamente en la dirección en que se encontraba en el punto del círculo en que se rompió la cuerda.

Todo objeto que gira de esta suerte, hace un esfuerzo incesante para escapar oblicuamente lejos del centro á cuyo alrededor da vueltas. á este esfuerzo llámasele *fuerza centrífuga*.

La Tierra gira alrededor del Sol, como la piedra alrededor de la mano; tiende por lo tanto incesantemente á escaparse, á huir lejos del Sol, por efecto de la fuerza centrífuga. ¿Por qué no huye? ¿Por qué no huye la piedra mientras la mano tiene sujeta la cuerda? Porque la retiene la fuerza de nuestra mano. Con la Tierra pasa lo propio: la *atracción* del Sol la retiene é impide que sea arrastrada por la fuerza centrífuga.

¿Lo comprendéis todo ahora? Si no hubiera más que atracción, la Tierra se precipitaría hacia el Sol; si no hubiera más que fuerza centrífuga, entonces huiría la Tierra lejos del Sol á través del espacio. Esas fuerzas luchan entre sí; la fuerza centrífuga impide que

se escape. La Tierra, lanzada oblicuamente, es siempre retenida, siguiendo siempre el camino entre ambas fuerzas, y obligada á girar sin acercarse ni alejarse del Sol. Lo mismo absolutamente ocurre para los demás planetas.

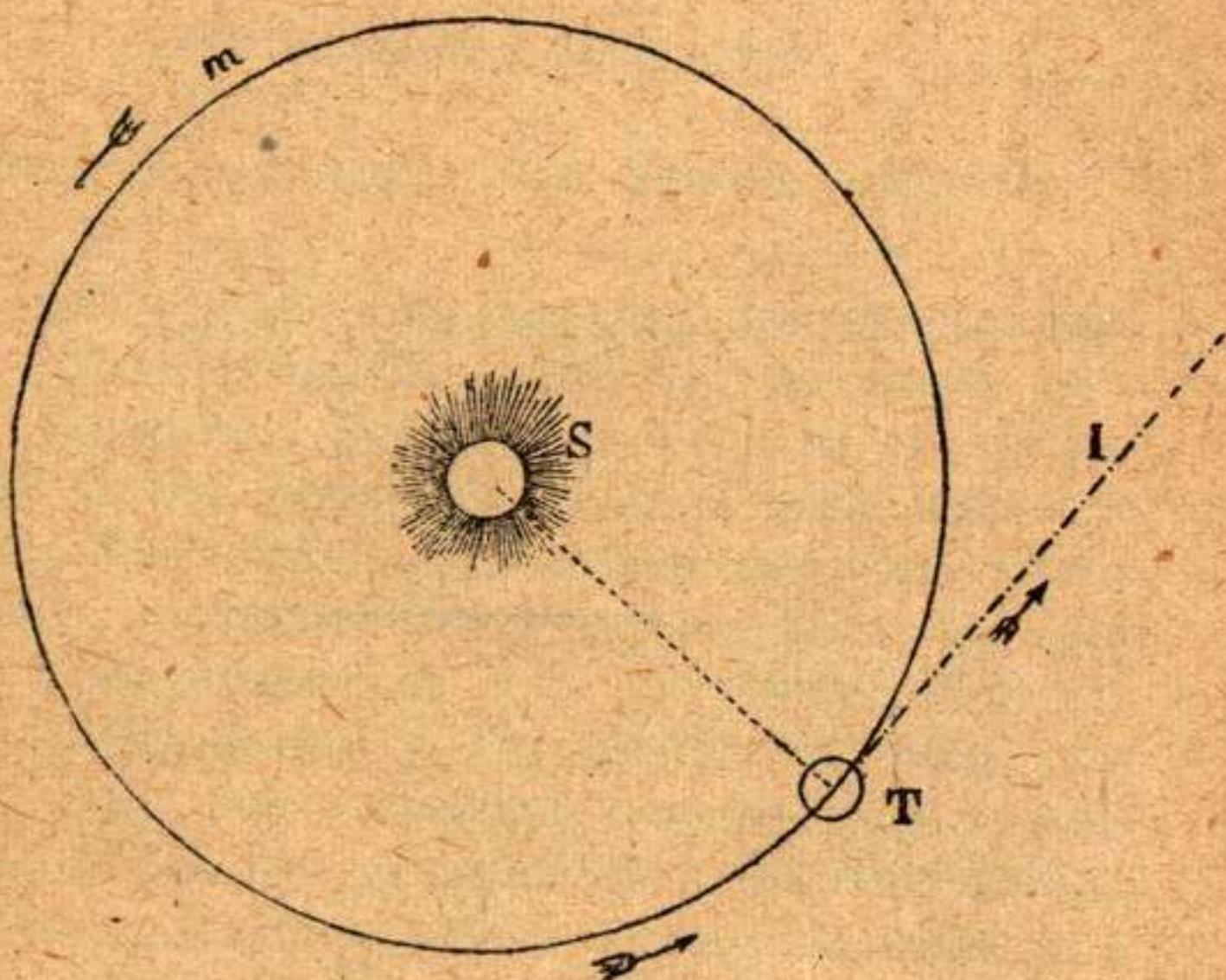


Fig. 71.—*T*, la Tierra; *S*, el Sol; *T I*, camino que seguiría la Tierra al escapar, si el Sol no le atrajera hacia sí según *T S*

Por una razón análoga los pequeños globos llamados *satélites* giran á distancia alrededor de sus planetas, globos muy grandes á proporción. La Luna gira alrededor de la Tierra: por efecto de la fuerza centrífuga huiría para perderse en el cielo, pero la Tierra la atrae, y esta atracción la retiene, impidiendo que se escape.—Así cada planeta, cada satélite sigue

el camino que tiene indicado en el cielo, en el espacio vacío, sin separarse, sin perderse, como si estuviera trazado de antemano; todo el *sistema solar* se mueve sin desorden, con un conjunto admirable, con una regularidad constante producida por el mismo movimiento.

LECCION DECIMATERCERA

LOS PLANETAS MEDIANOS

Mercurio.—Venus.—La Tierra.—Marte

Los cuatro primeros planetas del sistema solar se parecen mucho entre sí; en otros términos, *Mercurio*, *Venus* y *Marte* son parecidos por más de un concepto, á la Tierra, nuestra mansión. Son globos de tamaño mediano, como el nuestro, mientras los *pequeños planetas* que vienen á continuación son proporcionalmente casi insignificantes, y los cuatro últimos, por el contrario, son mundos gigantescos.—Juzgaremos mejor las semejanzas y las diferencias haciendo separadamente el retrato de cada uno de estos astros.

Mercurio.—Este es el planeta más vecino del Sol y el menor de los cuatro: es casi *veinte veces* (más exactamente diez y ocho veces) menor que la Tierra y sólo *tres veces mayor* que nuestra Luna. Precisarían diez y seis globos parecidos para hacer el peso del nuestro.—Como ya hemos dicho, su distancia al Sol es de 58 millones de kilómetros, es decir *dos veces y media* mayor que la de la Tierra. Este pequeño planeta es el más ágil de todos, pues

corre tan aprisa siguiendo su *órbita*, que en un segundo avanza 48 kilómetros; de modo que en ochenta y ocho días ha dado la vuelta completa. La situación de Mercurio es todavía un asunto no resuelto. Mientras Schiaparelli, hace pocos años, dedujo de sus observaciones que Mercurio dirigía siempre la misma cara al Sol, es decir, que el tiempo que invertía en dar una vuelta alrededor de su eje era el mismo

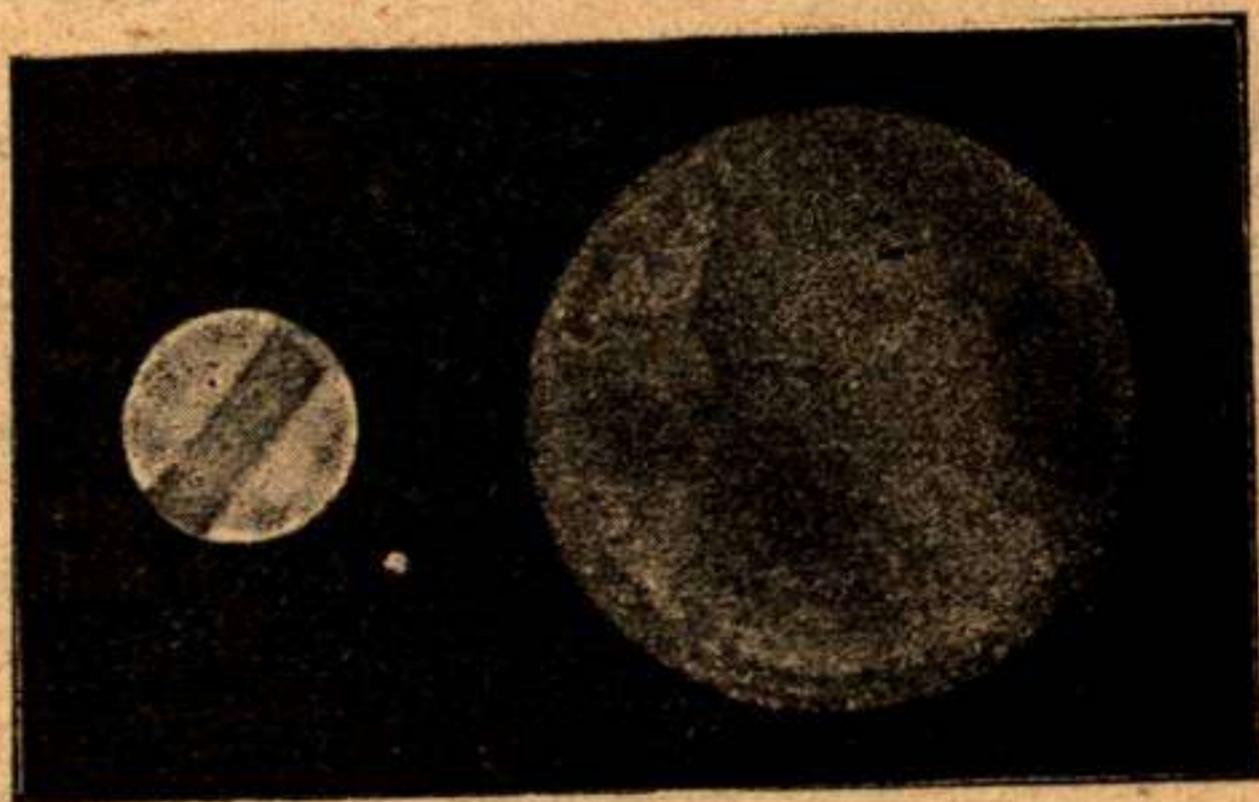


Fig. 72.—Tamaños comparados de Mercurio y de la Tierra

que el de la traslación, otros observadores han creído, más recientemente, que la rotación de Mercurio no se separa mucho de 24 horas.

Pero su *año*—me refiero al tiempo de su vuelta completa—no es más que de tres meses. En fin, el eje de Mercurio es *oblicuo* como el de la Tierra, pero aun más inclinado que el de ésta. Si recordáis que de esta inclinación resultan para la Tierra las *estaciones*, comprenderéis que también en Mercurio hay climas y *estacio-*

nes, siendo en él las diferencias mucho mayores que en nuestro globo; en cambio, cada estación sólo dura unos veinte días, (veintidós exactamente).

Como el planeta está muy cerca del Sol, recibe una luz deslumbradora, y *siete veces* más calor que el que recibimos en la Tierra. «¡Hace, pues, calor de veras en Mercurio!», pensaréis.—Sí, realmente. Sin embargo, como este

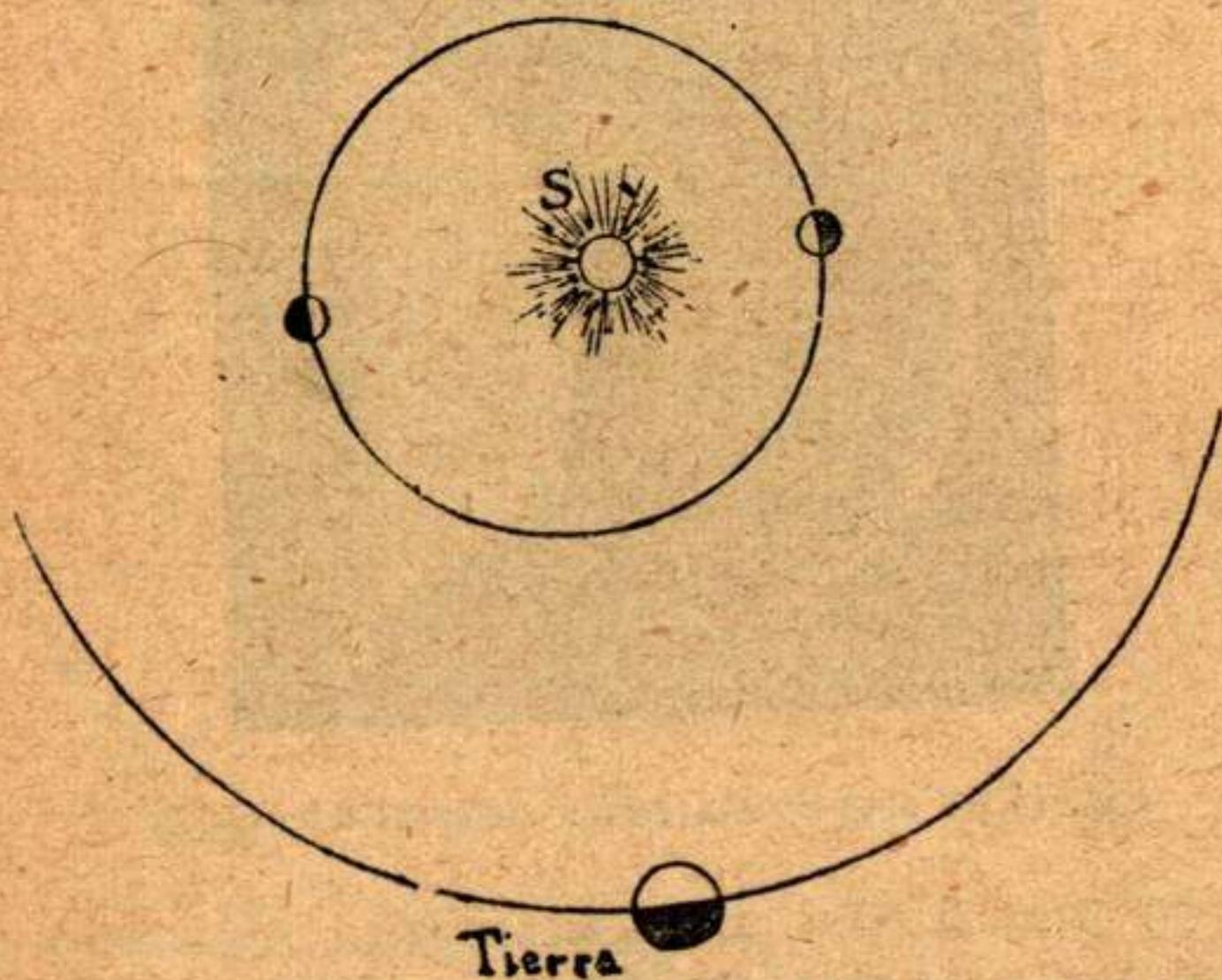


Fig. 73.—Órbita de Mercurio. El planeta visto desde la Tierra aparece tan pronto á un lado del Sol como á otro

globo está rodeado de una atmósfera muy pesada y muy cargada de nubes, esto templará algo, indudablemente el ardor del Sol, pues por experiencia sabéis cuánto disminuye el calor de sus rayos, cuando nuestro cielo, ó sea nuestra atmósfera, está cubierta de nubes.

No obstante, los habitantes de Mercurio...— «¡Cómo! ¿habitantes en Mercurio?»—Tal vez ¿Por qué no? Es cierto que nada sabemos sobre el particular, pero nada tiene de imposible. Sólo que si *hay seres vivientes* en aquel país de calor tórrido, preciso es que estén organiza-

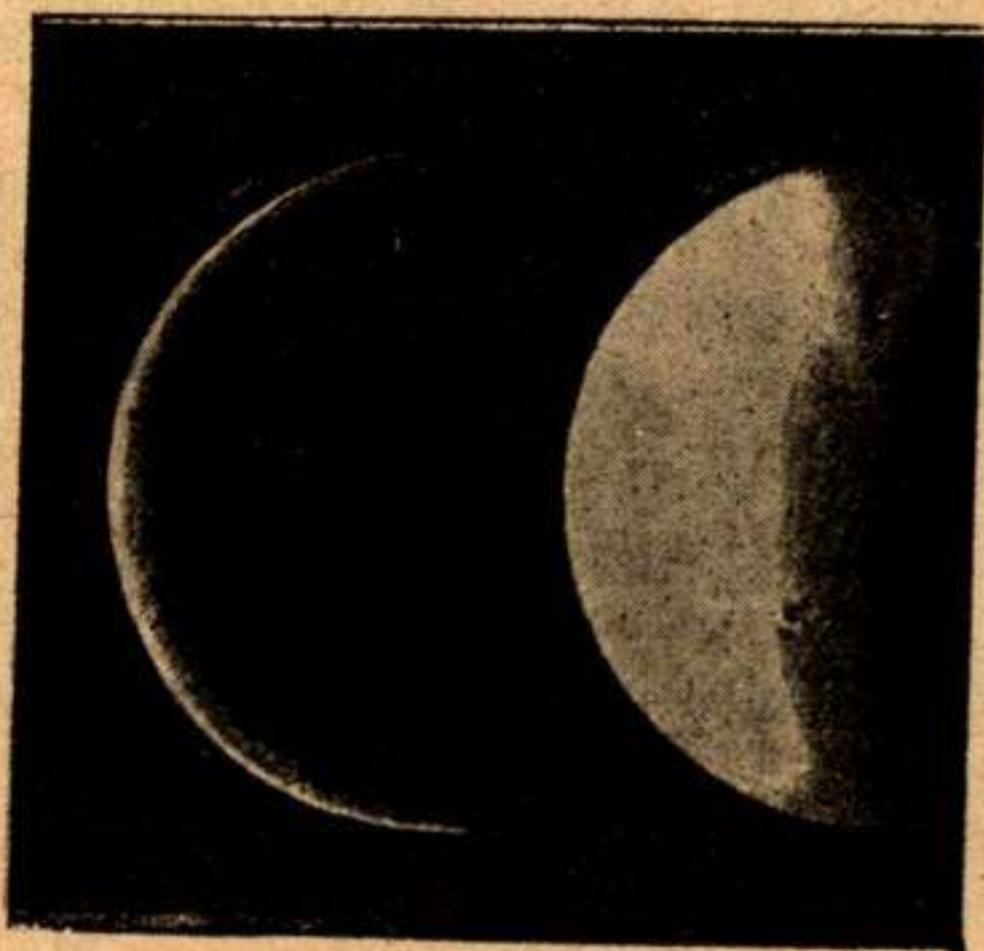


Fig. 74.—Fases de Mercurio vistas al telescopio

dos de una forma particular para resistirlo y completamente distinta de la nuestra.

Girando alrededor del Sol, parece Mercurio, visto desde la Tierra, pasar ya por un lado del astro, ya por el otro, sin alejarse nunca mucho. Por eso es tan difícil distinguir este planeta. Estando siempre junto al Sol, sólo está de día sobre el horizonte, y brillando entonces los poderosos rayos solares borran el pálido reflejo del pobre planeta, haciéndolo invisible. Sin embargo, puede observarse cuando está lo

más separado posible del Sol, ya de un lado, ya de otro. Entonces puede distinguirse poco después de la puesta del Sol, en la luz rosada del *crepúsculo*, como una pequeña estrella pálida: una ó dos horas después está ya puesto. También puede observarse por la mañana, sobre una hora antes de la salida del Sol, cuando está á la otra parte del astro con relación á nosotros. Pero pronto lo borra el resplandor de

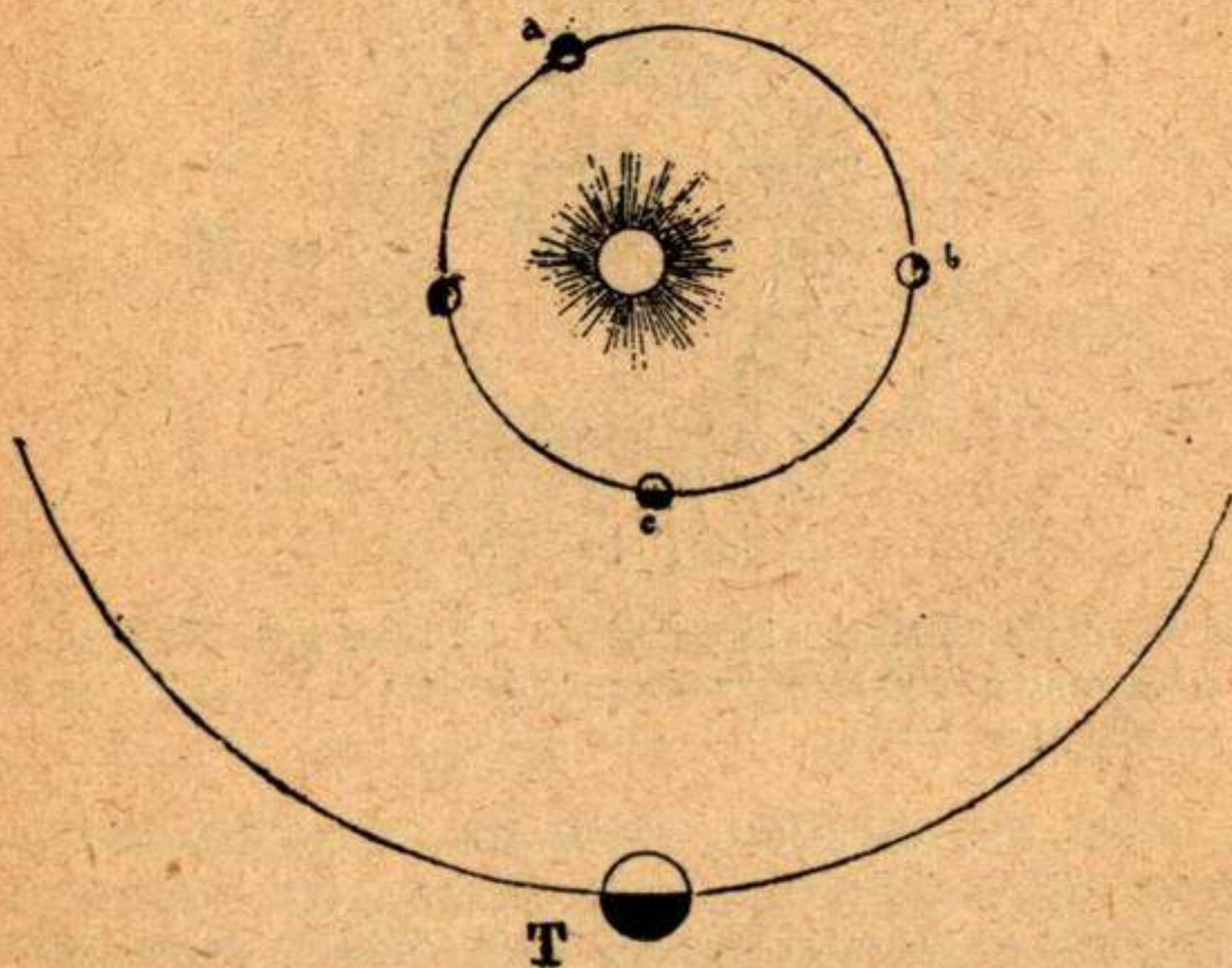


Fig. 75.—Explicación de las fases de Mercurio

la aurora, desvaneciéndose en la claridad cada vez mayor del día.—Los antiguos, que lo veían ya por la mañana, ya por la noche, creyeron al principio distinguir dos *estrellas* distintas, pero pronto se reconoció que eran en realidad un solo y mismo *planeta*, que parece ora seguir, ora preceder el Sol.

En su viaje alrededor del Sol, Mercurio aléjase y acércase alternativamente á la Tierra; debe parecer, pues, unas veces mayor y otras más pequeño. Pero para juzgar de ello no basta con nuestros ojos, que sólo ven el planeta como un puntito luminoso; hay que observarlo con un anteojo, en cuyo caso nótase que Mercurio tiene *fases* absolutamente como la Luna.

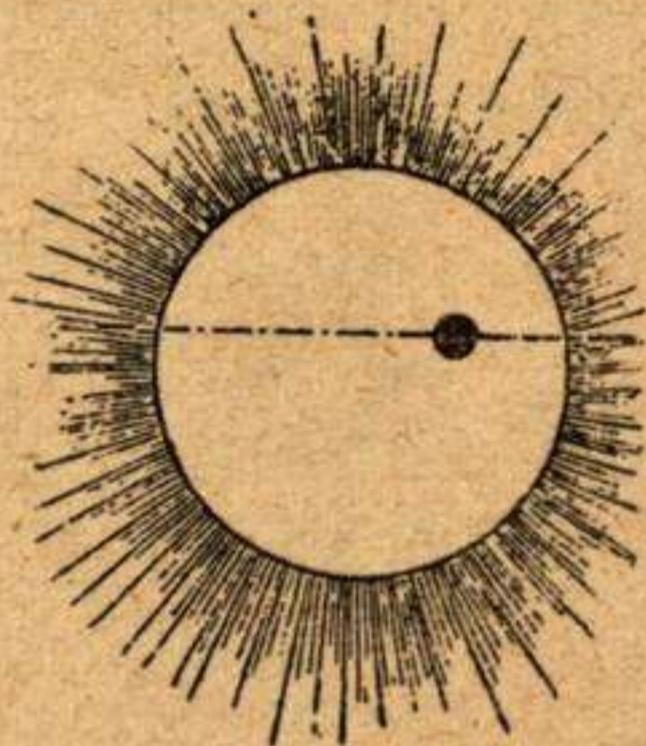


Fig. 76.—Paso de Mercurio por el Sol. La línea puntuada indica el camino que parece recorrer el planeta; la dirección es de izquierda á derecha.

A veces se muestra como un creciente, otras como un semicírculo, y otras, en fin, presentáanos entero el disco. Esto basta para probar que *Mercurio* no es *luminoso por sí mismo*, y que solo brilla merced al reflejo de la luz del Sol. Por lo demás, la explicación de estas fases, es muy sencilla, y parecidas á las de la Luna. Sólo la mitad del pequeño globo recibe los rayos del Sol; girando alrededor de este astro, el planeta muéstranos ya su parte iluminada (cuando está en oposición con el Sol,

en *c*), ya su parte obscura (cuando está en *c*), ó ya parte de ambas (*b*, *d*).

En ocasiones ocurre un fenómeno curioso: pasando el planeta entre el Sol y nosotros

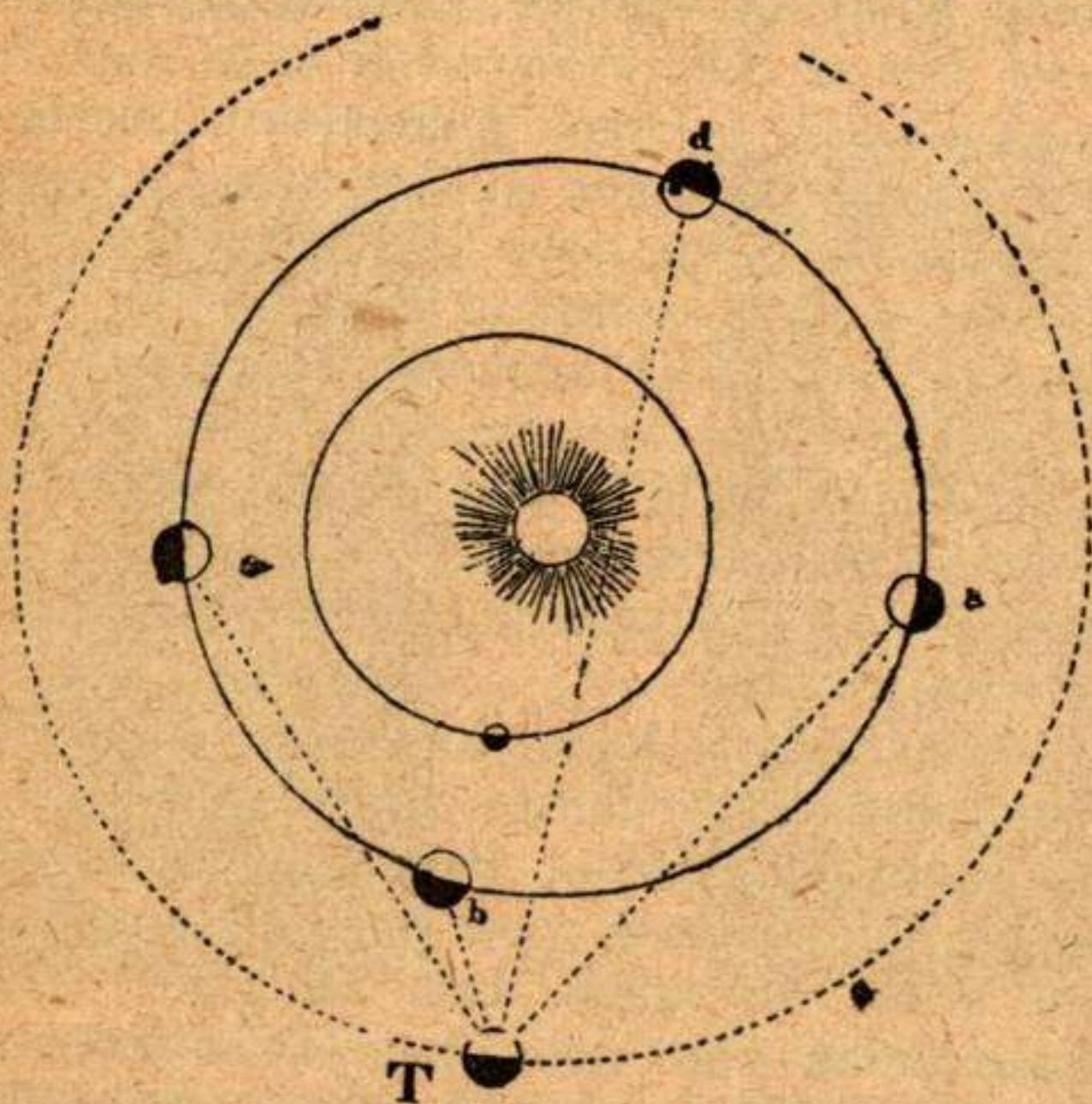


Fig. 77.—Diversas posiciones de Venus, con relación al Sol y á la Tierra, las cuales producen las fases y las diferencias de distancia (El pequeño globo colocado cerca del Sol es Mercurio.)

(fig. 75, posición *c*) se encuentra precisamente en la misma línea, viéndose entonces (por su parte obscura) como una *pequeña mancha negra* (fig. 76), que pasa por el disco del Sol, y atraviesa de una á otra parte. Es un fenómeno parecido á un *eclipse* del Sol oculto por la Luna; pero aquí el planeta es muy pequeño y so-

bre todo está demasiado alejado para ocultar al Sol al pasar ante él: sólo marca un pequeño punto obscuro en su superficie, cual sería una oblea negra en un gran disco de papel. Es el fenómeno conocido con el nombre de *paso de Mercurio por el Sol*. Pero en el caso más frecuente el planeta no pasa justamente por la línea que va de nosotros al Sol, sino un poco por encima (f) ó un poco por debajo (g) en cuyos casos no se verifica el *paso*.

Venus.—Venus, el segundo planeta, más alejado del Sol que Mercurio, es más fácil de observar. Visto desde la Tierra parece también, describiendo su órbita, pasar de una parte del Sol (fig. 77, a) á la otra (c), pero apartándose mucho más.

Cuando está muy lejos, lo vemos en el cielo como una estrella brillante, unas veces por la noche, hacia Occidente, después de haberse puesto el Sol, y otras por la mañana, hacia Oriente antes del alba. Los antiguos creían aun habérselas con dos *estrellas* diferentes; llamaban al astro *Lucifer*, es decir, *porta-luz*, cuando lo veían por la mañana, y *Vesper*, es decir, la *estrella de la noche*, cuando lo veían brillar después de puesto el Sol.

Pero vino por fin, en conocimiento de que no son en realidad dos estrellas, sino un mismo y solo *planeta*, que unas veces precediendo al Sol sale con él, y otras veces siguiéndole permanece aún sobre el horizonte cuando ya se ha puesto. Tal vez habréis ya admirado su claridad viva y blanca, tranquila ordinariamente y no temblorosa como la de las estrellas.

La primera aparece con el crepúsculo de la tarde, y la última se desvanece por el resplandor de la aurora. Durante varios siglos ha llevado el nombre gracioso de *estrella del pastor*; y sorprendidos los antiguos por su gran brillo,

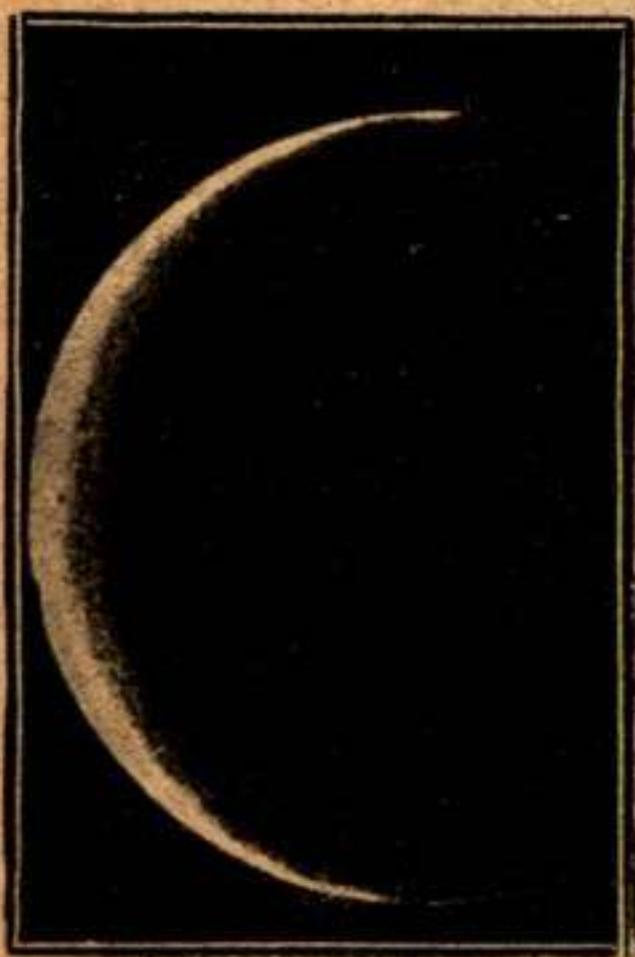


Fig. 78.—Venus en el creciente, visto con el telescopio.

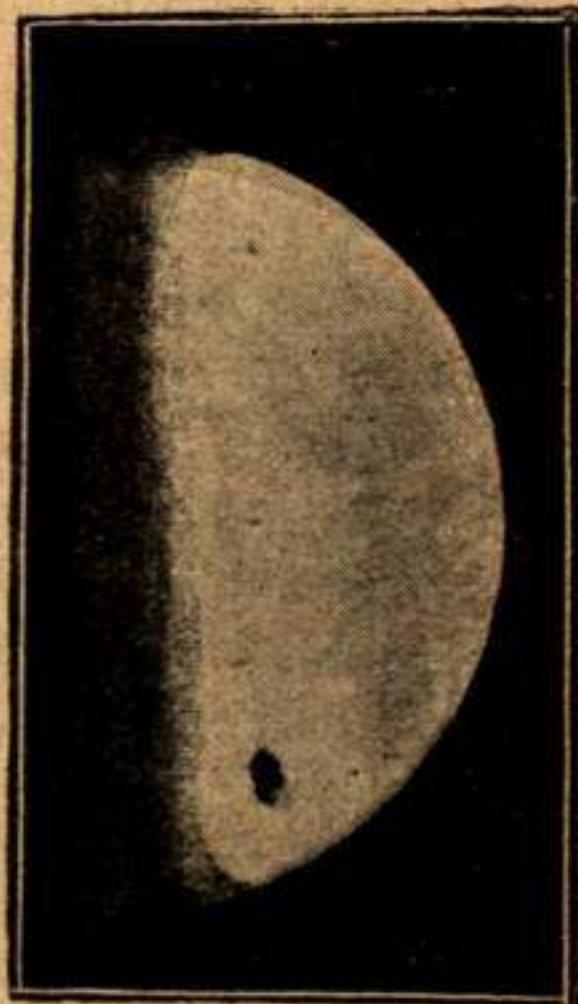


Fig. 79.—Venus en el primer cuarto, visto con el telescopio.

le dieron el nombre de la más hermosa de las divinidades.

Sin embargo, esta luz tan viva es únicamente un reflejo de la luz del Sol, y la prueba está en que Venus ofrece también *fases* como Mercurio.

Además, girando en su órbita, tan pronto se acerca como se aleja de nosotros, lo cual hace que parezca más grande ó más pequeña. Cuando está casi á la parte opuesta del Sol,

se nos muestra en toda su plenitud, pero en este momento está más alejado de nosotros; otras veces se muestra bajo forma de semicírculo, ó bajo la de un creciente prolongado y estrecho. Cuando pasa entre nosotros y el Sol, ya sólo nos muestra su parte obscura en cuyo caso no podemos distinguirlo en modo alguno, á menos que pase precisamente de frente *ni muy arriba ni muy abajo*, pues entonces se ve pasar por delante del Sol como una manchita redonda y negra que se desliza de una parte á otra del disco radiante. Es el *paso de Venus por el Sol*, en un todo parecido al *paso de Mercurio*; en el último cuarto del siglo pasado vióse en los años 1874 y 1882.

Como veis, Venus parécese mucho á Mercurio; pero aún se parece más á la Tierra. Este globo es casi del tamaño del nuestro, opaco, algo más ligero, sin embargo.

La rotación de Venus es todavía un problema por resolver. Schiaparelli creyó deducir hace algunos años que presentaba siempre como suponía para Mercurio, el mismo hemisferio al Sol. Pero las observaciones posteriores, efectuadas con instrumentos de gran potencia, no han comprobado las aserciones de Schiaparelli, por manera que nada se sabe en concreto sobre la rotación de Venus y por consiguiente sobre sus climas. Observado Venus con el telescopio, presenta por lo común un disco blanco sin detalles especiales que sea posible tomarlos como puntos de referencia. Con toda probabilidad, Venus es un planeta rodeado de una atmósfera espesa y opaca que no permite dis-

tinguir la topografía del mismo. Su eje está también inclinado como el de la Tierra, resultando de ello *estaciones* como las nuestras; pero como es menor la órbita que tiene que recorrer, y el planeta marcha, por otra parte, con mayor velocidad que la Tierra, *su año*, ó sea el tiempo de una vuelta completa, no es

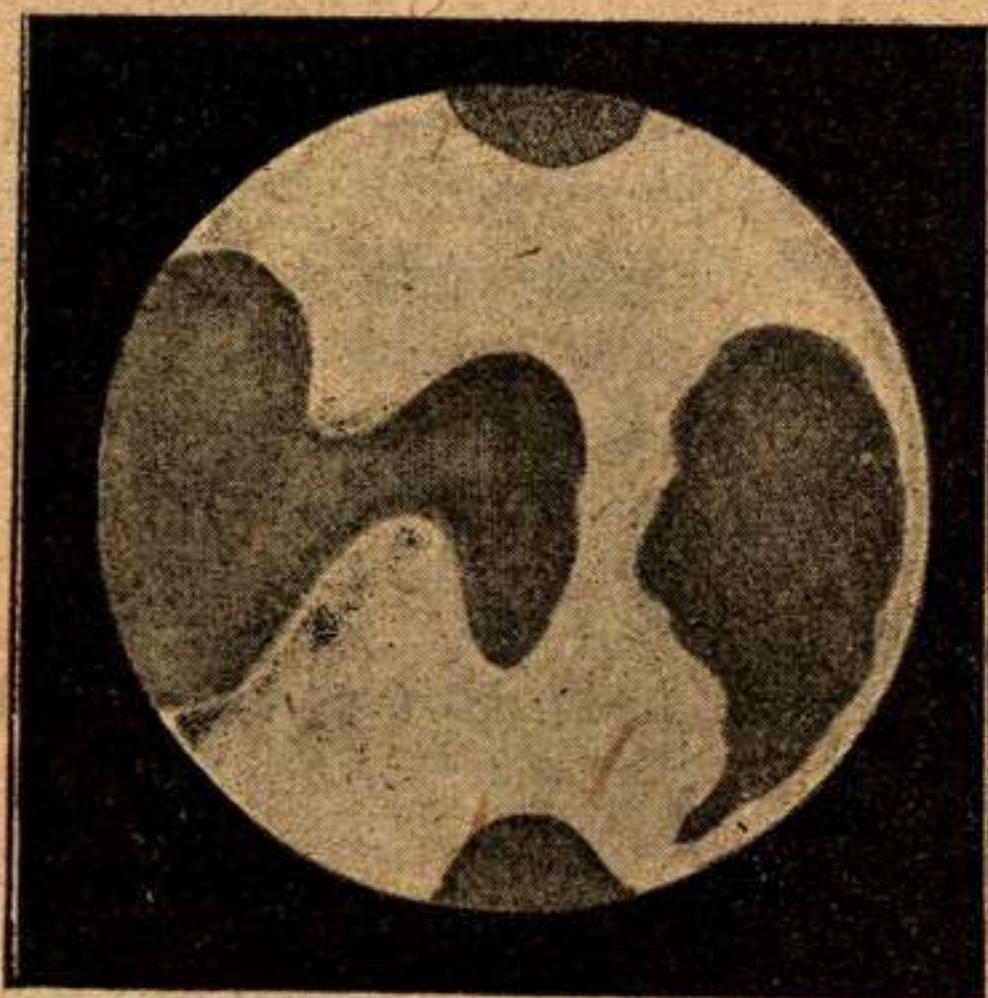


Fig. 80.—Venus en su plenitud, visto con el telescopio

más que de siete meses y medio en lugar de doce. Además, como está á menor distancia del Sol que la Tierra, el calor que recibe es unas dos veces más fuerte.

No es, pues, imposible que no haya en Venus seres vivos, *habitantes* convenientemente organizados para vivir allí. Ello es más que probable, pues el planeta Venus, es una *Tierra* parecida á la nuestra.

Supongamos que esos seres, *pensantes, racionales* como nosotros, observan y reflexionan. Entonces es natural imaginar que contemplan el cielo. Ven brillar en la noche como una pequeña estrella, el tercer planeta... la TIERRA.—¿Examinan sus aspectos? ¿Procuran calcular su volumen, su peso,? ¿Nos atisban con algún instrumento extraño?—¡Quién sabe! Tal vez discuten entre sí acerca de si *este planeta puede estar habitado*, cuáles son sus habitantes, y hacen mil suposiciones extravagantes respecto á nosotros. Tal vez se imaginan que somos mejores y más dichosos de lo que es en realidad, y se forjan de la Tierra una idea mucho más hermosa de lo que realmente es.

Pero no volvamos á la Tierra; bastante hemos hablado de ella. Observemos en una noche despejada una especie de estrella errante, rojiza, MARTE, el último de los planetas medianos.—*Mercurio y Venus* llámanse los planetas *interiores*, porque giran dentro de la órbita de la Tierra, y Marte, situado más allá, el primero de los planetas *exteriores*, es decir, situados *fuera* de la órbita terrestre.

Marte.—Marte, que gravita á 227 millones de kilómetros del Sol, tiene que recorrer más camino que la Tierra, y avanza más lentamente en el mismo tiempo, emplea unos dos años (un año y once meses) en recorrer su órbita. Viajando á través del cielo gira sobre sí mismo en veinticuatro horas y media; su eje también está inclinado como el de la Tierra. *Marte* es la mitad de nuestro globo en diámetro;

pero, por otra parte, tiene con él asombrosas semejanzas.

Tiene también una atmósfera en la que flotan nubes y soplan vientos. Con los telescopios de los astrónomos distínguense mares y continentes, cuyo mapa ha podido trazarse.

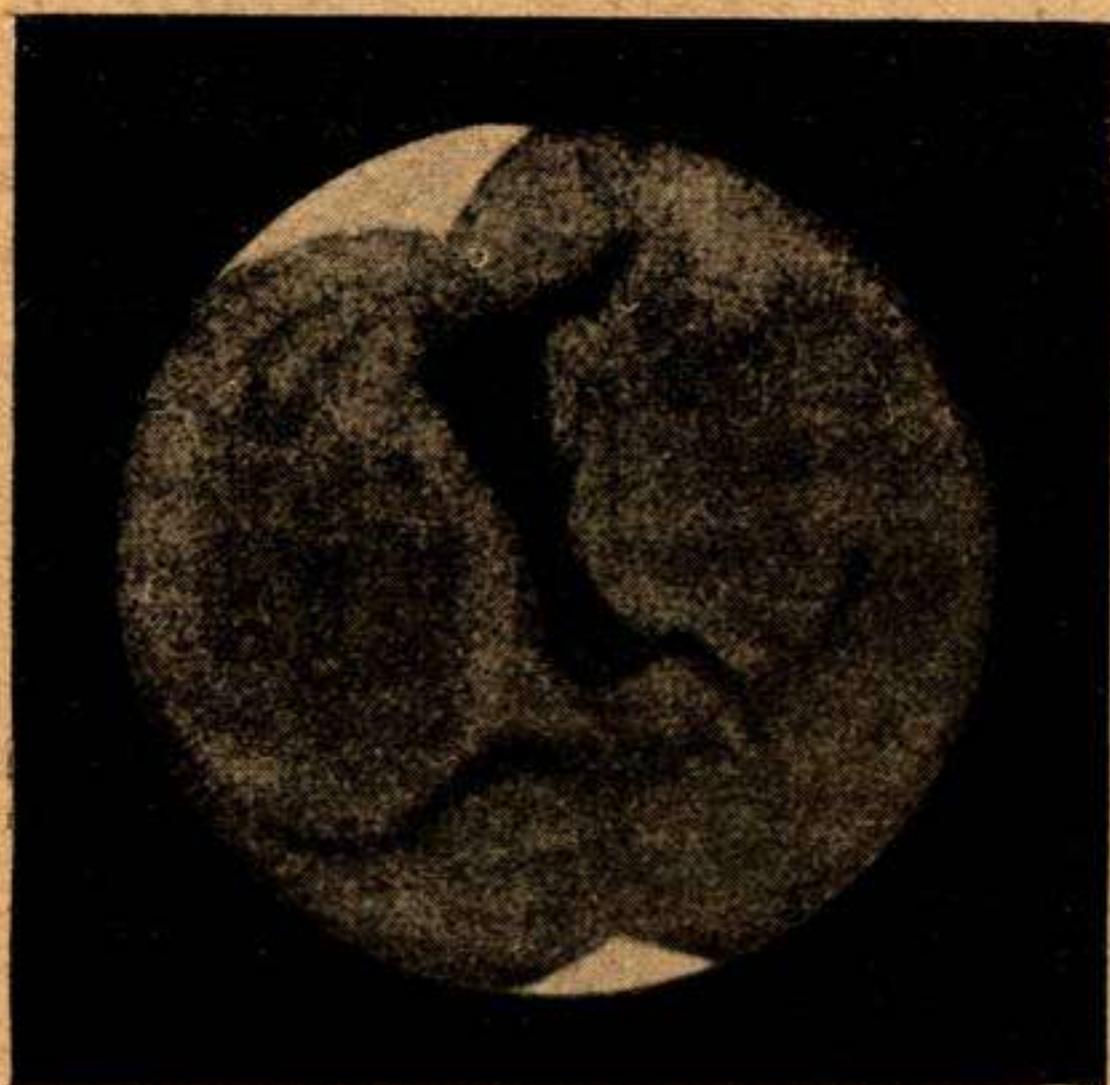


Fig. 81.—Marte visto con el telescopio, con las manchas blancas formadas por los hielos de sus polos

Hay días y noches parecidos á los nuestros á corta diferencia, pero la luz del Sol es dos veces menos viva y su calor dos veces menos intenso que en la Tierra. Marte tiene *estaciones* como las nuestras, pero dos veces más largas, pues su *año* es doble. Hay, en fin, allí climas diferentes, países cálidos en su *ecuador* y regiones heladas alrededor de los polos. Desde

aquí vemos las nieves amontonadas que blanquean aquellas regiones polares, y se las ve cómo se licúan parcialmente en la estación cálida, bajo la acción del Sol, y cómo se extienden y amontonan durante la estación fría. Sin

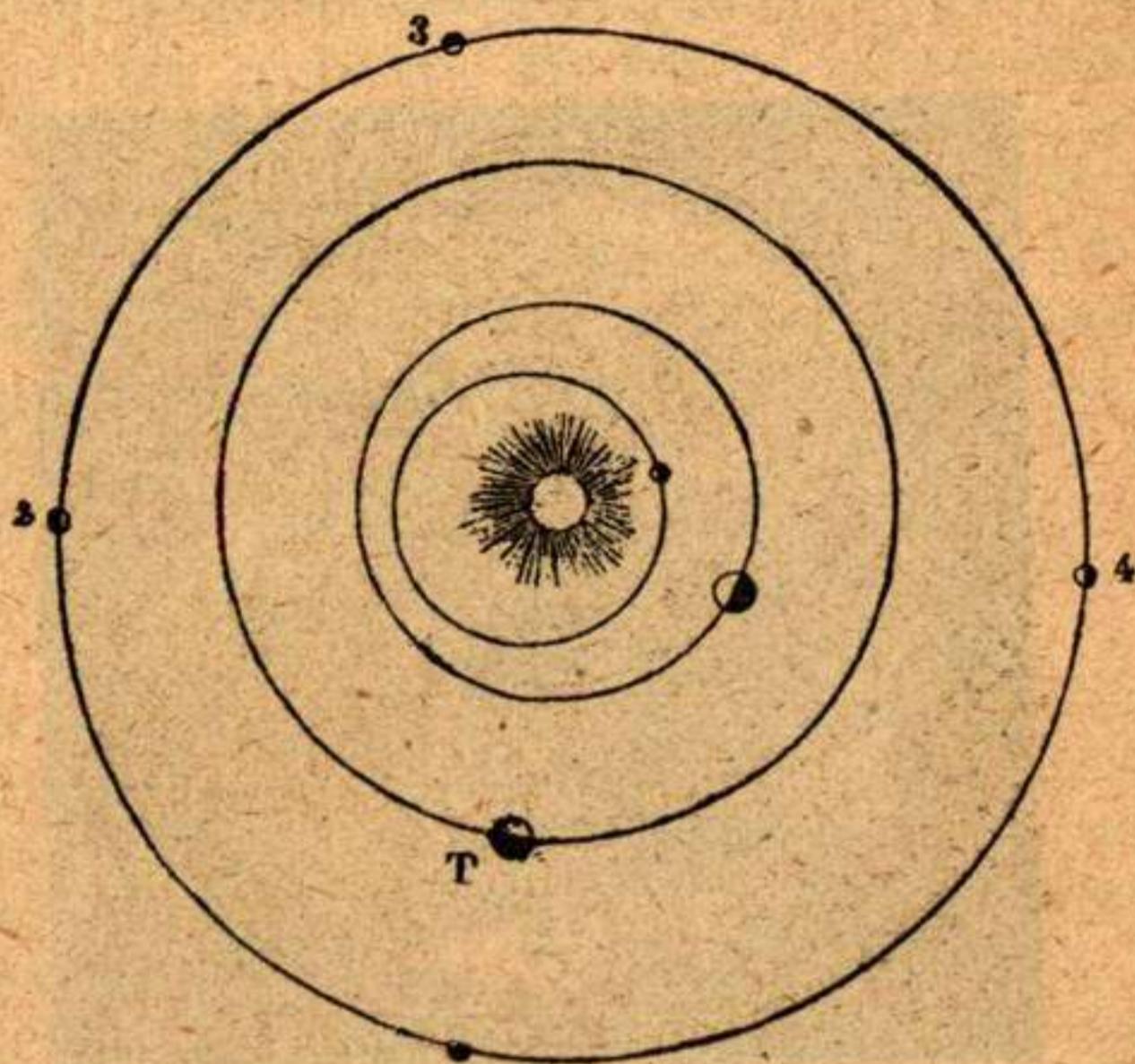


Fig. 82.—Órbita de Marte y sus posiciones con relación á la Tierra *T*. (Los otros dos planetas colocados más cerca del Sol que de la Tierra, son Venus y Mercurio.)

duda alguna hay en Marte vegetales, y también probablemente animales; pero el matiz rojizo que se observa en los continentes hace pensar que allí la *vegetación* en lugar de ser verde como aquí, podría muy bien ser *roja*... ¡Figuraos árboles con hojas encarnadas, bosques rojos y praderas rojas también!—Esto aparte, si pudiéramos transportarnos al *mun-*

do de Marte, no nos parecería indudablemente muy distinto del nuestro. Sus habitantes, si los hubiera, se nos parecerían, pues, de un modo extraordinario.

Hemos dicho que visto desde aquí Marte ofrece la apariencia de una estrellita rojiza, más brillante cuanto más cerca pasa de la Tierra (fig. 82, 1.^a posición), más débil cuando, recorriendo su gran órbita, se halla lejos de nosotros (n.º 4). Pero Marte no puede tener fases como las de Venus y Mercurio, porque girando fuera de la órbita de la Tierra nos presenta siempre y casi de frente su cara iluminada: nunca jamás pasará *delante del Sol*. Y por la misma razón también, en lugar de parecer pasar sucesivamente de una parte á otra del Sol como los planetas *interiores*, vemos como da á nuestro alrededor la vuelta al cielo.—Lo mismo ocurre naturalmente con todos los *planetas exteriores*.

El planeta Marte tiene dos satélites, muy pequeños, muy difíciles de distinguir, que fueron descubiertos en 1877.

LECCION DECIMACUARTA

LOS GRANDES PLANETAS

Júpiter.—Más allá de la órbita de *Marte* encuéntrase en primer término el enjambre arremolinado de los planetas minúsculos, astros insignificantes, que sólo tienen importancia por su número, que en la actualidad pasa de los 500. No nos ocupemos en ellos. Atravesando su región llegamos al planeta mayor del *sistema solar*, al cual los antiguos dieron el nombre del padre de sus dioses, como para expresar que era rey y señor entre los astros que circulan alrededor del Sol: JÚPITER.

Es un globo enorme, mil trescientas veces mayor que la Tierra. ¡Calculad qué enorme globo constituirían 1.300 Tierras juntas!... Júpiter se halla á 775 millones de kilómetros del Sol, unas cinco veces más lejos que la Tierra. Hay igualmente cinco veces más camino que recorrer, y su año es doce veces más largo que el nuestro. Pero mientras avanza en su órbita, la enorme bola gira sobre sí misma mucho más rápidamente que la Tierra: da una vuelta entera (rotación) en menos de diez horas (nueve horas cincuenta y cinco minutos).

Los días y las noches de Júpiter son, pues, mucho más cortos que los nuestros.

Su eje apenas está inclinado, de donde desde luego se deduce, que los días son allí siempre iguales á las noches: cinco horas de luz y cinco horas de obscuridad. Sus climas son *cons-*

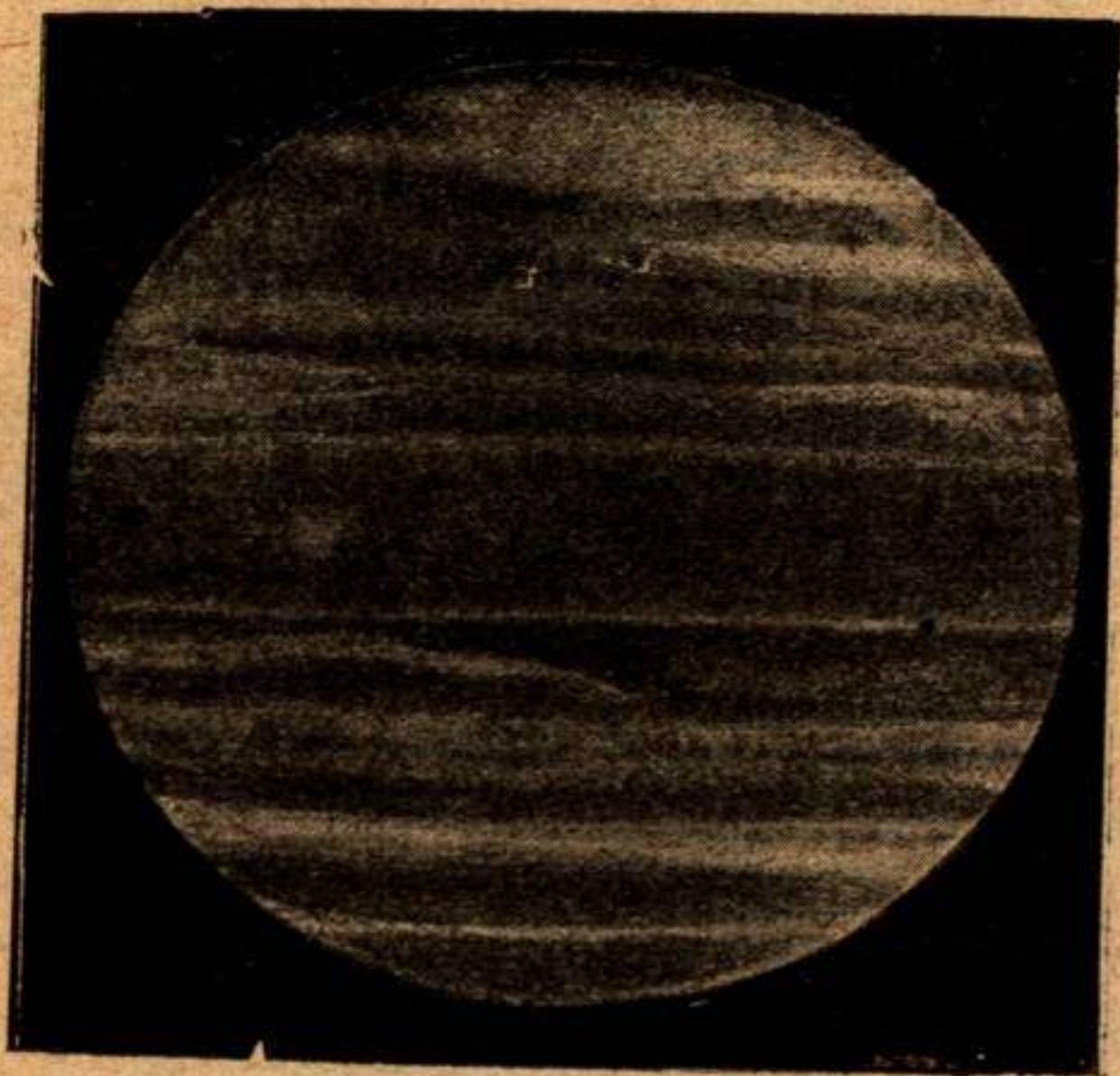


Fig. 83.—Júpiter visto al telescopio

tantes, y el calor disminuye regularmente desde su *ecuador* hacia los polos. No hay estaciones: en Júpiter no existe invierno ni verano, y el planeta está todo el año en la misma condición que la Tierra en la primavera. Pero esa *primavera perpetua* de Júpiter sería para nosotros un invierno espantoso, pues el calor del Sol llega con veinticinco veces menos inten-

sidad, á causa de la mayor distancia, á no ser que alguna otra fuente de calor tempere el planeta, cosa posible y hasta probable desde el momento en que con el telescopio se ven grandes nubes y vapores que sólo pueden producirse á cierto grado de calor. Por consiguiente, si en Júpiter *hay habitantes* deben estar organizados de una manera totalmente distinta á la nuestra y que los habitantes que pudieran existir en Marte, Venus y Mercurio.

El inmenso globo está rodeado, como la Tierra, de una atmósfera en la que flotan nubes, las cuales vense desde aquí, á través del telescopio, como *bandas grisáceas*. Pero lo más notable de Júpiter son sus siete satélites que lo acompañan á través del cielo, girando á su alrededor como la Luna gira alrededor de la Tierra. De manera que los habitantes de Júpiter, si los hay, ven en sus noches brillar siete lunas nada menos.

Visto desde la Tierra, Júpiter parece una hermosa estrella de luz blanca y tranquila, casi tan brillante como Venus; pero cuando se mira con un potente telescopio, se ve el planeta como un pequeño disco surcado de bandas paralelas, que no son otra cosa que las fajas de nubes de su atmósfera. Al mismo tiempo distínguense á su alrededor siete puntitos brillantes, ó sea sus siete satélites.

Ahora bien ¿creeríais que esas siete pequeñas lunas, tan distantes de nosotros que á simple vista no podemos verlas, nos han prestado grandes servicios? ¿Cómo? Voy á explicároslo. El primero que las distinguió fué un

gran astrónomo llamado Galileo (en 1610), descubriéndolos al dirigir hacia al Sol un *telescopio*, instrumento maravilloso que entonces acababa de inventar. Vió aquellos pequeños globos girar alrededor del mayor, lo cual le sir-

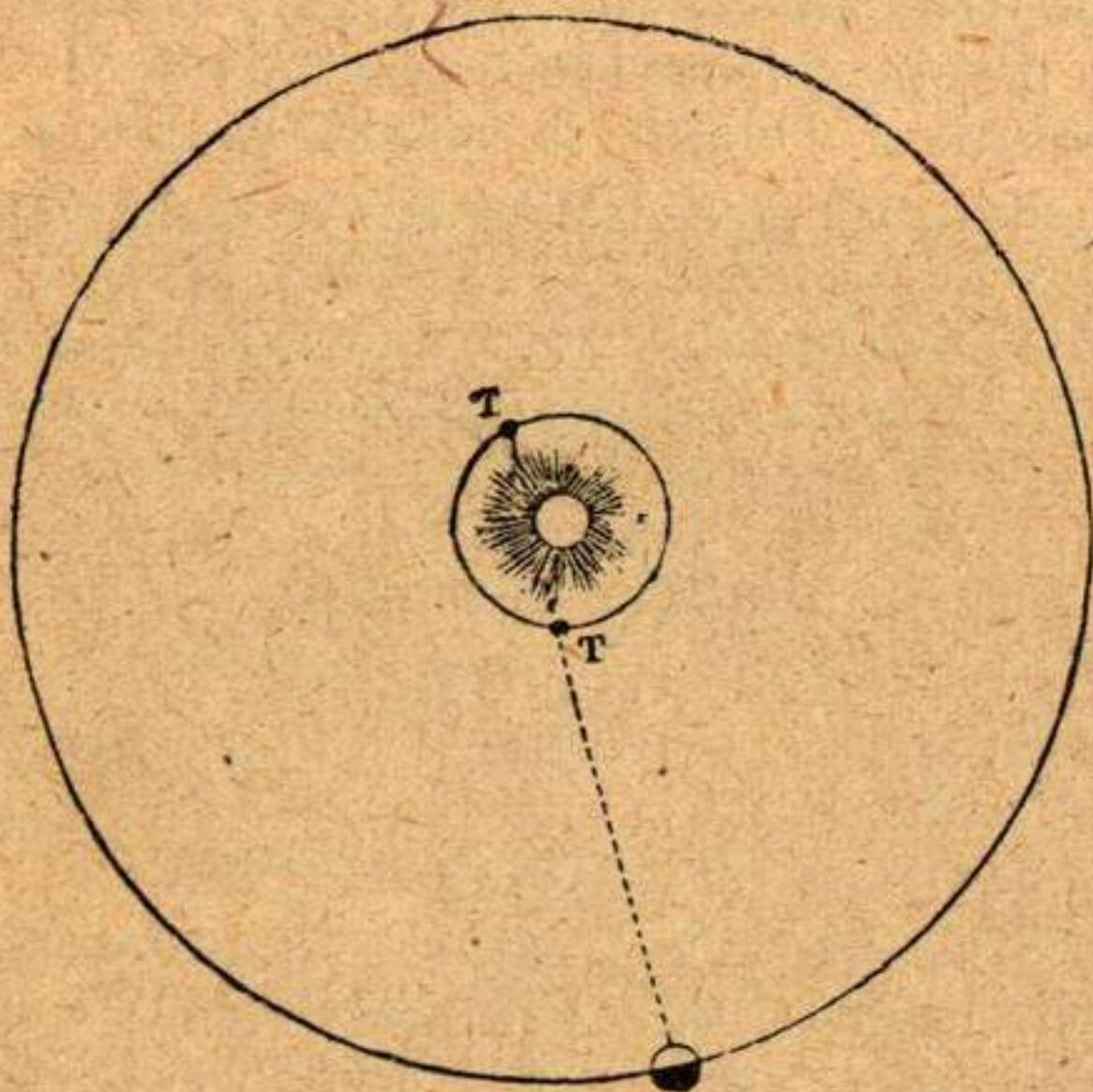


Fig. 84 —Diferencia de distancia entre Júpiter y la Tierra, según la posición de la Tierra en su órbita. *T*, posición en que la Tierra está más cerca; *T'*, posición en que está más lejos; *T T'*, diferencia de su distancia que la luz tiene que recorrer de más en el segundo caso.

vió de ejemplo para hacer comprender cómo la Tierra y los demás planetas giran alrededor del Sol, pues en aquella época mucha gente rutinaria y testaruda rehusaba aún creer en ello, sosteniendo, por el contrario, que es el Sol quien gira alrededor nuestro.

Girando los satélites alrededor de Júpiter pasan á menudo por la sombra que el planeta

proyecta tras sí, y entonces están *eclipsados*, exactamente como la Luna cuando pasa por la sombra de la Tierra. Cuando se eclipsa un satélite de Júpiter, vese desde aquí extinguirse de repente para iluminarse en cuanto el pequeño globo sale de la sombra. Este curioso fenómeno nos ha conducido á un importante descubrimiento: á *medir la velocidad de la luz!* Vamos aun más adelante, pues el asunto lo merece.

Cuando la Tierra, describiendo su órbita, se encuentra á *la misma parte del Sol* que Júpiter, está más cerca de éste que cuando se halla en la parte opuesta, *al otro lado del Sol*. ¿Cuál es la diferencia? Todo lo ancho de la órbita de la Tierra (el diámetro de T á T), es decir el doble de la distancia de la Tierra al Sol: 298 millones de kilómetros.

Conociendo perfectamente el tiempo que emplea cada satélite de Júpiter en dar la vuelta, ya comprenderéis que haya podido calcularse *con toda exactitud* en qué momento deba pasar por la sombra. Observóse que cuando la Tierra está más alejada de Júpiter, los eclipses parecen retrasarse algunos minutos, sin que cambie, no obstante, el movimiento de los satélites: ¿cómo puede ser esto?

Entonces reflexionóse que la luz para venir desde allí hasta nosotros á través del espacio, debe emplear cierto tiempo, tanto mayor cuanto mayor sea la distancia.

Imaginad, por ejemplo, el momento en que el satélite sale de la sombra y entra en el espacio iluminado por el Sol. En el mismo mo-

mento nos envía de rechazo la luz recibida, partiendo el rayo luminoso directamente hacia nuestros ojos. Por muy deprisa que ande, ha de emplear cierto tiempo en salvar la distancia que separa al satélite de nosotros, y en el momento en que llega á nuestra vista, *vemos* al satélite cuando recomienza á brillar. Pero



Fig. 85.—Saturno visto al telescopio con su anillo y algunos de sus satélites

si la Tierra se halla 298 kilómetros más lejos, la luz tendrá que recorrer este exceso, y llegará por consiguiente más tarde que en el caso contrario, y como este retraso es aproximadamente de *un cuarto de hora*, haciendo un sencillo cálculo se encuentra que la luz atraviesa los espacios varios del cielo con una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo, velocidad espantosa, inimaginable. Necesita ocho

minutos y medio para llegarnos del Sol. ¡ 149 millones de kilómetros en ocho minutos y medio!

Saturno.—Tal es el *mundo* de Júpiter. *Saturno*, que viene después, es aun más maravilloso.

Es menor que Júpiter y sólo ochocientas sesenta y cuatro veces mayor que la Tierra, lo cual ya es un tamaño regular. A la enorme distancia á que se halla del Sol, 1.421 millones de kilómetros, describe su órbita inmensa con una velocidad de nueve kilómetros por segundo, ó sea dos veces menor que la de la Tierra, empleando treinta años en realizar su gran viaje: *un año* de Saturno equivale á treinta de los nuestros. Pero en desquite, gira sobre sí mismo solo en diez horas y un cuarto, de modo que sus días son mucho más cortos que los nuestros. Además estando su eje inclinado, tiene *estaciones*, cada una de las cuales dura más de siete años... En fin, para tener una idea de lo que pueden ser estas estaciones hay que saber que el calor del Sol se siente en Saturno con noventa veces menos intensidad que en la Tierra, de suerte que si allí hay seres vivientes y *no hay otra cosa que pueda calentarles más que los rayos solares*, es preciso que estén organizados de forma extraordinaria, para resistir semejante frío... ¡ Sólo el pensarlo causa estremecimiento!

Pero lo más extraordinario en Saturno, es que está rodeado de un inmenso *anillo* que no toca en ningún punto del astro.—Tomad una manzana ó una naranja; recortad en un trozo de

papel un anillo redondo, de un centímetro de anchura y mayor que la fruta; mantenedlo alrededor de esta á la mitad de su altura, y de tal manera que no toque en parte alguna, y tendréis una fiel representación de Saturno y de su anillo.

Este anillo inmenso que rodea el planeta, frente á su ecuador, es en efecto plano y delgado en proporción. ¡ No tiene más que unos doscientos kilómetros de espesor! ¡ Apenas nada! Y en la parte llana es tan ancho, que la Tierra podría rodar por él á su gusto como una bola en un camino: ¡ 48.000 leguas de amplitud! Y aun queda entre el globo y el anillo un intervalo de 32.000 kilómetros.

Aun hay más: Este anillo maravilloso no es sencillo, sino *triple*, dividido en tres partes no según su espesor, sino según su anchura. Es como tres anillos cada uno mayor que el otro, y dejando entre sí un pequeño intervalo. Como el globo mismo, el anillo brilla por el reflejo de la luz del Sol, que ilumina ya una superficie ya la otra.

Saturno avanza junto con su anillo *muy inclinado* sobre su órbita, de manera que nunca podemos ver desde la Tierra el anillo en pleno, de frente, sino *oblicuamente*, pareciéndonos entonces *oval*. Así también parecen ovals un círculo, un lazo, una rueda vista oblicuamente, según podéis comprobar por vosotros mismos. Visto desde el globo de Saturno el anillo debe producir durante la noche, el efecto de un inmenso arco iris, elevándose en el espacio como un gran puente.

Además de este anillo, Saturno tiene *diez lunas* que giran á su alrededor.

Observado á simple vista, el planeta nos parece como una simple estrella, muy viva, no distinguiéndose ni el anillo ni los satélites. Para distinguirlos es preciso contemplar el astro á través del telescopio.

Urano.—Saturno es el último y más lejano de los *planetas conocidos por los antiguos*. Pero hace ya un siglo, en 1781, William Herschell, astrónomo hannoveriano emigrado en Inglaterra, dedicábase á contar las estrellas de un pequeño rincón del cielo valiéndose para ello de un gran *telescopio*, cuando distinguió como una pequeña estrella que cambiaba de lugar lentamente, reconociendo al punto que era un planeta que giraba á gran distancia de Saturno. Bautizósele con el nombre de *Urano*, otro dios de los antiguos.

Urano tiene cuatro satélites, y es casi invisible para nuestros ojos á causa de la enorme distancia que de él nos separa. Sin embargo, es un globo de gran tamaño: sesenta y cinco veces mayor que la Tierra. Su distancia al Sol es de 2.858 millones de kilómetros, y la velocidad de su marcha no llega á ocho kilómetros por segundo, empleando ochenta y cuatro años en recorrer su órbita completa. Aun no ha podido comprobarse con toda exactitud en cuánto tiempo gira sobre sí mismo. El calor y la luz del Sol son en él ciento sesenta veces menos intensos que en la Tierra.

Neptuno. — Ultimamente descubrióse otro planeta mucho más alejado todavía, no inter-

viniendo en su descubrimiento la casualidad, sino el cálculo, caso verdaderamente extraordinario. Por razones de las cuales no podemos dar una idea, en 1846, un astrónomo francés, M. Le Verrier, adivinó, si vale la palabra, que *debía haber* otro planeta, además de los conocidos. Calculó donde debía encontrarse... y sin mirar más que sus cifras alineadas en el papel, dijo: «Debe hallarse en tal lugar del cielo; mirad y le veréis.» Se miró, en efecto, y se vió justamente donde él dijo. Mucho trabajo hubiera costado distinguirlo á simple vista, tan lejos se halla y tan minúsculo parece. Diósele el nombre de *Neptuno*. Situado á 4.478 millones de kilómetros del Sol, este globo, ochenta y cinco veces mayor que la Tierra, es absolutamente invisible sin telescopio. Da la vuelta alrededor del Sol en ciento sesenta y cinco años, ó si queréis, un año de Neptuno equivale á ciento sesenta y cinco de los nuestros. Cada estación dura en él cuarenta y un años. Visto desde Neptuno el Sol parecería una gran estrella, radiante, deslumbradora en medio del negro cielo. La luz que el Sol envía á este planeta llega á él con una intensidad novecientas veces menor que la que tiene la de la Tierra; de modo que el día es en Neptuno casi tan obscuro como la noche. El calor del Sol es también allí novecientas veces menor, de modo que no podemos formarnos idea del frío horroroso que debe reinar en Neptuno, ni de la clase de seres que podrían vivir en ese mundo obscuro y helado.

Neptuno tiene un sólo satélite, como la Tierra.

EL SISTEMA SOLAR

Nombre de las Planetas	Distancia al Sol siendo 1 la de la Tierra	Distancia en millo- nes de kilomet.	Inclinación de la órbita sobre la elíptica	Duración de las revoluciones	Diámetr. siendo 1 el de la Tierra	Volúme- nes	Masas	Densidad	Peso en la super- ficie (Cenador)	Rotación	Inclinación del cenador sobre la órbita
Mercurio	0.3871	58	7° 0'	87 d. 97	0.373	0.052	0.061	1.173?	0.439	?	?
Venus	0.7233	108	3° 24'	224 70	0.999	0.975	0.787	0.807	0.802	25 h ?	?
La Tierra	1.0000	149	0° 0'	365 25	1	1	1	1	1	23h 56 m 4s	23° 27'
Marte	1.5237	227	1° 51'	686 98	0.528	0.147	0.105	0.711	0.376	24 37 23	24 52
Pequeños Pla- netas	Entre 2000 y 4000				muy pe- queño	muy pe- queño	muy débil	muy poco	muy poco		
Júpiter	5.2028	775	1° 19'	11 a. 315 d.	11.061	1.279	310	0.242	2.261	9 55 37	3 4
Saturno	9.5389	1.421	2° 30'	29 167	9.299	719	92	0.128	0.892	10 14 24	26 49
Urano	19.1833	2.858	0° 46'	84 7	4.234	69	14	9.195	0.754	?	98(1) ±
Neptuno	30.0551	4.478	1° 47'	164 280	3.798	55	16	0.300	0.142	?	122(1) ±

Sol.—Diámetro (siendo 1 el de la Tierra)=108.56—1.383,272 kilómetros. Volumen=1.283,720. (Siendo 1 el de la Tierra). Masa=324,439. (Siendo 1 la de la Tierra). Densidad=0.253. Peso en la Superficie=27.6. Rotación=25d 4h en el Ecuador. Diámetro angular=32'3".

Luna.—Distancia media á la Tierra: 60.2745 radios terrestres=384,414 kilómetros. Diámetro=0.273. (Siendo 1 el de la Tierra)=3,482. Volumen: $\frac{1}{50}$ =22,105.740,000 kilómetros cúbicos. Masa: $\frac{1}{81}$. Densidad=0.615. Peso en la superficie=0.174. Revolución y Rotación=27 d. 7 h. 11,5 ó 27 d, 321,661 ó 2.360,591 segundos. Revolución sinódica ó mes lunar=29 d. 12 h. 44 m 2s,684 ó 29 d, 530,587.

1 Las indicaciones de más de 90' indican un movimiento retrógrado.

LECCION DECIMAQUINTA

LOS COMETAS

A veces aparecen en el cielo astros singulares cuyo aspecto extraordinario atrae la atención de todo el mundo. En las noches en que tal ocurre, personas que jamás se toman el trabajo de mirar las estrellas levantan los ojos á lo alto y se os acercan para deciros: «¿Habéis visto el cometa?»

Es esto, en verdad, una cosa muy curiosa, que tiene algo de extravagante. Figuraos en el estrellado cielo de la noche como un largo rastro de luz. En uno de los extremos el resplandor es más concentrado que vivo: es la *cabeza* del cometa. Distínguese en ella como una gran estrella pálida, difusa, nubosa, llamada *núcleo*, y alrededor una especie de *aureola* vaporosa de luz muy débil, que es la *cabelle-ra*; de ahí el nombre de *cometa*, que en griego significa *astro cabelludo*. En fin, el rastro de luz que parte de la cabeza y va extendiéndose en el cielo, pero cada vez más pálido, se llama la *cola* del cometa.

Tal es el aspecto que en el caso más frecuente ofrecen los cometas á lo menos cuando brillan con todo su resplandor. Pero no son todos

semejantes como vais á ver, y un mismo cometa cambia con frecuencia considerablemente de apariencia durante el tiempo que permanece visible. Por lo común, cuando se *descubre*, es

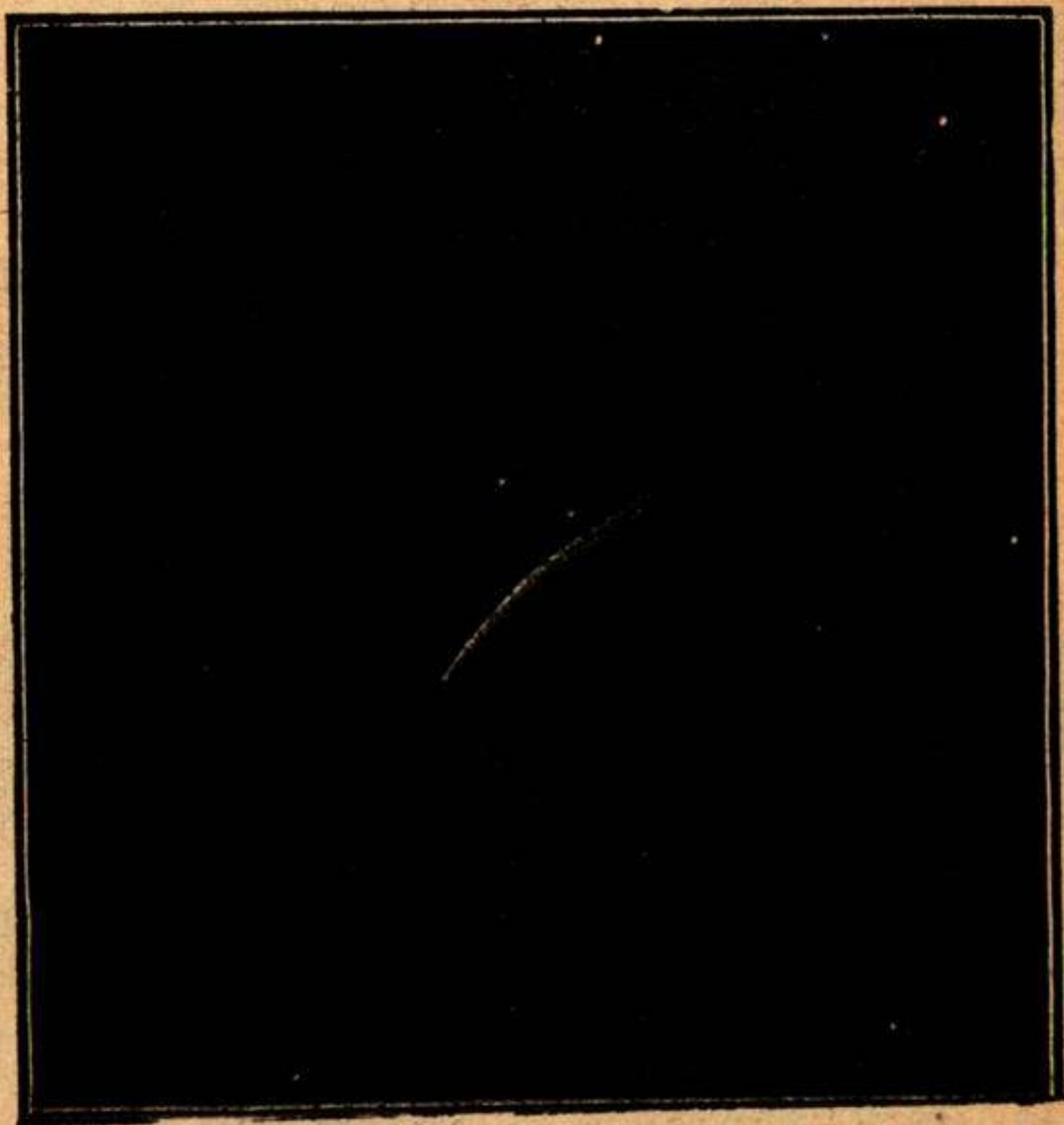


Fig. 86.—Cometa visto en el cielo á simple vista

decir, cuando se comienza á distinguir un cometa en las profundidades del espacio, es muy pequeño, apenas visible y desprovisto de cola. Pero á medida que se acerca á nosotros y al Sol, parece aumentar rápidamente, y se vuelve

cada vez más brillante. Su *cola* se forma, se alarga, se extiende á veces desmesuradamente, se convierte en inmensa. Cada noche el cometa parece más hermoso y radiante: entonces



Fig. 87.—Cabeza de un cometa visto al telescopio

precisamente todos lo contemplan y admiran. Al mismo tiempo viaja á través del cielo, observándose, en efecto, cada noche, que ha cambiado de lugar. Pero pronto va á menguar y palidecer: se aleja, disminuye, su cola parece adelgazar y desvanecerse, y si bien durante al-

gunas semanas aun los astrónomos podrán seguirle con sus telescopios, se le pierde de vista en la inmensidad del cielo á donde va á hundirse.

Como hemos notado, no todos los cometas se parecen. Los unos se muestran con una cola magnífica, al paso que los otros la tienen corta y pálida. Se han visto otros que tenían *varias colas* dispuestas en forma de abanico; pero á muchos, por el contrario, fáltales por completo, y no tienen otra apariencia que la de una nubecilla brillante, ó, si queréis, de una estrella vista á través de la neblina. Hay cometas que por lo pequeños apenas son visibles, y éstos sólo son observados por los astrónomos, constituyendo el mayor número. Pero hay otros que son magníficos y admirados por todo el mundo. Entre los más hermosos que se han contemplado, indicaremos únicamente los de 1852, 1861, 1862 y 1882 que tal vez algunos de mis lectores habrán observado, y cuyo recuerdo habrán conservado muchas personas.

¿Qué es, pues, un *cometa*?

Es un astro errante completamente distinto de un planeta. Un planeta es un globo sólido, ó al menos pesado, macizo; el cometa, por el contrario, sólo está formado de gases, de vapores transparentes y luminosos, más ligeros que el aire que respiramos. Figuraos una especie de nube excesivamente ligera y *diáfana*, viajando á través del espacio como las nubes se deslizan en las alturas de la atmósfera. Pero imaginadla mucho más ligera aun, pues

á través de esos vapores luminosos que forman el cometa, *distínguense las estrellas...* y ya sabéis que la más leve nubecilla que pasa por el aire nos las oculta y la más débil neblina vela su brillo.—Si en el espacio del cie-



Fig. 88.—Pequeño cometa sin cola, visto con el telescopio (cometa de Encke, invisible á simple vista, que vuelve cada tres años).

lo hubiera aire no podrían circular esos vapores, pero como está absolutamente vacío de toda *materia*, lo atraviesa sin resistencia.

Pero si ese vapor es tan ligero que un soplo bastaría para desvanecerlo y lo dispersaría por el espacio, en cambio ocupa á veces una inmensa extensión en el cielo. Así por ejemplo, un

hermoso cometa que apareció en 1811, tenía un núcleo de 628 kilómetros de diámetro, y su *cabellera* se extendía á más de 900.000 leguas alrededor. En cuanto á su cola ocupaba la



Fig. 89.—Gran cometa de varias colas, visto á simple vista en 1861

enorme extensión de 180 millones de kilómetros: más que la distancia que media de la Tierra al Sol.

Otra diferencia hay entre estos astros y los planetas. Mientras los planetas *circulan* alrededor del Sol siguiendo *órbitas* redondas á

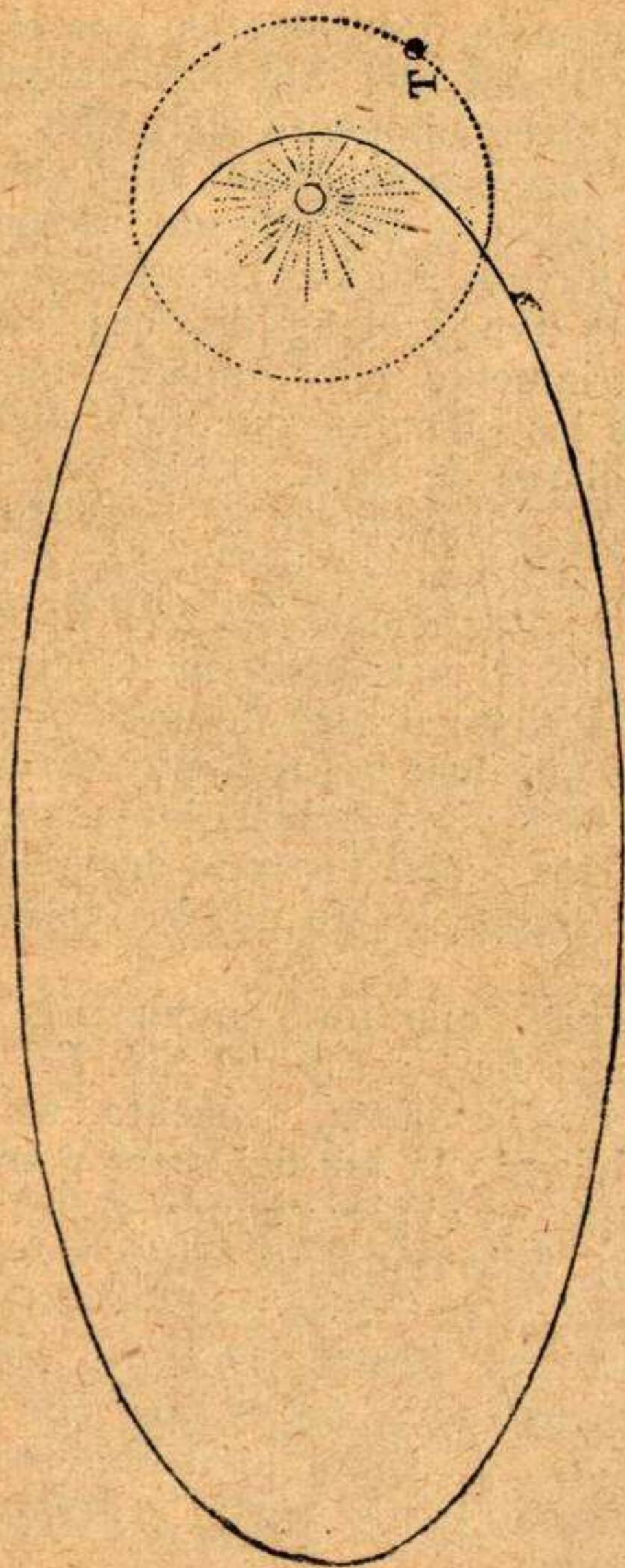


Fig. 90.—Órbita de un cometa en forma de elipse muy alargada,
T, representa la Tierra

corta diferencia, los cometas, por el contrario, giran alrededor del Sol describiendo *elipses* (óvalos) extremadamente alargadas, de tal manera que tan pronto pasan muy cerca del Sol como se alejan de él hasta una inmensa distancia. Hay incluso muchos cometas que *describen* una órbita tan prolongada, que van tan extraordinariamente lejos, mucho más allá del último de los planetas, que sólo vuelven al cabo de millares de años, ó bien ya no vuelven en absoluto, *perdiéndose* en la profundidad infinita del cielo: no se les vuelve á ver jamás. Estos son comunmente los más hermosos. Así por ejemplo, el precioso cometa visto en 1811 no volverá hasta dentro de unos 3.000 años, y hay otros que han pasado muy cerca de nosotros, se han visto brillar intensamente á su paso, y á los cuales hay que decir adiós: el camino que siguen ya no nos los volverá á traer jamás.

Notad bien que un cometa sólo es visible cuando pasa muy cerca del Sol. En tal caso el vapor ligero se *dilata*, aumenta, se calienta y brilla reflejando la luz del astro como una nubecilla brilla en el aire cuando el Sol la ilumina vivamente. Sólo entonces, pues, mientras recorre la parte de su órbita más cercana al Sol, se nos muestra el cometa. Durante todo el resto de su inmenso viaje no es más que una nubecilla obscura, un vapor invisible errante á través del espacio frío y negro, y desaparece para nuestros ojos.

Es muy considerable el número de los cometas, especialmente pequeños, de los cuales ob-

servan los astrónomos dos ó tres cada año; pero los grandes son mucho más raros.

Cuando se ha visto brillar un cometa á su paso cerca del Sol, ¿puede saberse si volverá? ¿puede *predecirse* la época de su regreso? Sí; pero vais á ver con qué condición.—Si un paseante os encontrara por la calle y os preguntara al pasar: «¿Volveré por aquí? ¿En cuánto tiempo podré estar de vuelta?», le contestaríais desde luego: «Decidme primero el camino que seguiréis en vuestro paseo, y os diré si este camino puede haceros volver aquí, pues calcularé cuanto tiempo os falta para acabar vuestro camino.» Pues bien: lo mismo ocurre con los cometas. Para saber si volverá y cuando volverá, es preciso haberlo observado con gran cuidado para darse cuenta del camino que sigue. Y entonces, calculando el camino que ha de recorrer, puede apreciarse el tiempo que empleará para ello. Pero trazar de esta suerte y de antemano la forma de la *curva* que uno de esos astros vagabundos ha de recorrer en el espacio es cosa harto difícil; precisan observaciones muy exactas y largos cálculos, los cuales sólo han podido hacerse respecto de un limitado número de cometas, y, naturalmente, para los que van menos lejos y regresan antes: *cincuenta aproximadamente*, y aun por lo que á algunos se refiere no puede predecirse su vuelta con toda precisión, debiendo advertirse que los mejor conocidos no son los más brillantes. Entre los grandes y hermosos cometas, sólo hay uno cuyo regreso pueda predecirse con toda fijeza: es el llamado de *Halley*, nom-

bre del astrónomo que calculó su camino antes que nadie. Pasó cerca del Sol en 1759 y en 1835, y si vivís lo veréis dentro de pocos años en 1911.

En cuanto á los que se presentan por vez primera, al menos desde que se sabe observar los cometas, nadie puede predecir su llegada, la cual constituye siempre una visita inesperada.

En otro tiempo se tenía gran horror á los cometas, á causa de su aspecto singular, de su llegada imprevista, de su rareza, pues los que se distinguen á simple vista no son muy comunes. Los que nosotros encontramos hermosos, eran entonces horribles, creyéndose que anunciaban á los hombres grandes desdichas, guerras, hambres, pestes... «Yá veis, decían: tal año se ha visto un cometa *terrible*, y justamente en aquel año hubo una guerra desastrosa. Cuando apareció tal otro cometa, hubo una gran *inundación*; cuando tal otro, se perdieron las cosechas y se encareció todo». Pero por desdicha no pasan muchos años sin que ocurra á la humanidad alguna desgracia, ordinariamente por su culpa. Las guerras no son raras, como tampoco las hambres y las inundaciones. Y entonces, cuando aparece un cometa, no importa en que momento, hay gran probabilidad de que algún país de la Tierra sufra algún azote. Pero ya podéis comprender que el cometa no es causa de esas calamidades de la Tierra. Si los hombres no fueran tan locos, y supieran entenderse mutuamente en lugar de destruirse, ya podrían venir cometas, que no por

eso harían estallar las guerras.—Otras veces los reyes y los príncipes cometían la necedad de creer que el cometa les amenazaba con alguna desgracia, como si los astros del cielo pudieran apartarse de su camino para ocuparse de los reyes, de los príncipes, del común de los mortales... ¡qué bobería! ¡Y pensar que en nuestros días hay gente que cree en semejantes absurdos! Y es que las personas ignorantes son siempre las mismas en todos los países: supersticiosas, crédulas, siempre dispuestas á asustarse cuando no hay por qué.

Otros individuos, con mucho mejor sentido, sólo se han preguntado si estos astros errantes á través del cielo, podrían al pasar chocar contra la Tierra y conmoverla, romperla ó lanzarla fuera de su camino... ¿Es imposible que un cometa choque con la Tierra cruzándose en su camino? Y en tal caso, ¿qué ocurriría? ¿Alguna catástrofe tal vez? Recordemos ante todo que el cielo es vastísimo, que hay mucho espacio para pasar, y pocas probabilidades de que se encuentren dos astros precisamente en el mismo camino y justamente en igual momento. Pero si á pesar de todo fuera así, ¿sábese lo que ocurriría?

Sí, ó al menos podemos forjarnos una idea de ello. En primer término recordemos que los cometas están formados de vapores excesivamente ligeros, que al encontrar la Tierra no producirían un choque como si fueran algo duro y macizo; todo lo más harían el efecto de una gran ráfaga de aire... Y, además, estos vapores, mucho más ligeros que el mismo aire, no

podrían penetrar en él, y llegar hasta nosotros, ni siquiera sentiríamos un soplo.

Por lo demás, ya se ha verificado un encuentro parecido, sino con la Tierra, con otro planeta, habiéndose podido ver desde aquí lo que ha ocurrido. Es verdad que no chocó contra el planeta, pero casi rozó con él... Era un cometa grande y hermoso, que acababa de pasar muy cerca de la Tierra, y que se lanzaba rectamente contra *Júpiter*. ¿Qué iba á ocurrir? Aquel gran globo no podía sufrir gran cosa; pero lo que preocupaba extraordinariamente eran sus *satélites*. ¿Iba el cometa á chocar contra alguno de aquellos pequeños globos y efecto del choque arrojarle fuera de su órbita, ó tal vez arrastrarle consigo á través del cielo? Pues bien, nada de eso ocurrió. El cometa pasó libremente, muy cerca de *Júpiter*, por entre sus *lunas*, sin causar la menor perturbación; por el contrario, el mismo cometa, aquel vapor ligerísimo, fué perturbado en su marcha, y atraído fuertemente por el gran globo de *Júpiter*, sufrió tal revolución, que cambió en absoluto de dirección y fué á perderse en la profundidad del cielo, de donde ya no volverá jamás.—Es más: un fenómeno parecido ocurrió no hace mucho tiempo en la misma Tierra. En el mes de Noviembre de 1872 un cometa se acercó tanto á nosotros, que debió tocar con la cola la atmósfera terrestre ¿Qué ocurrió? Nada, ó algo mejor que nada: una magnífica lluvia de estrellas fugaces.—No temamos, pues, á los cometas, astros inofensivos que no anuncian ni causan ninguna

desgracia.—«Pero si algún cometa chocara contra la Tierra, tal vez los vapores de que está formado, mezclándose con nuestro aire, lo harían *irrespirable*, mortal para nosotros. ¿O no podría ocurrir que viniera del fondo del cielo algún cometa aun desconocido, más pesado y más compacto? Y si entonces chocara contra la Tierra...» ¡Ah, si tanto decís! —ya comprendéis que puede imaginarse todo lo que se quiera, pero no es razonable forjar tales fantasías y alarmas; estad seguros de que el choque con un cometa es lo menos temible del mundo; podéis dormir tranquilos, si vuestra tranquilidad depende de esto.

LECCION DECIMASEXTA

LAS ESTRELLAS FUGACES

¿No habéis visto en alguna noche despejada desprenderse de súbito una estrella, deslizarse silenciosamente en el cielo y desaparecer? A veces su luz es viva y momentánea, dejando tras sí un pequeño rastro luminoso, que se borra al cabo de un momento. Entonces decimos: «Es una estrella fugaz»—Pero, ¿es realmente *una estrella*? ¿Pueden éstas desprenderse del cielo y caer en la Tierra? De ningún modo: ahora que sabemos que el cielo no es una bóveda azul donde están fijas las estrellas como pequeñas lámparas, ó brillantes centelleadores, que la Tierra no es la base, los cimientos del Universo, no podemos imaginar ésto. ¿Qué es la Tierra en el Cielo? Un planeta como cualquier otro y no de los mayores. ¿Y las estrellas?—En la próxima lección veremos que las estrellas son otros tantos *soles* enormes, parecidos al nuestro, y que nos parecen puntitos brillantes á causa de su distancia inimaginable. Por lo tanto no son estos grandes soles los que salen de su sitio de súbito para deslizarse hacia nuestra pequeña bola...

Las estrellas fugaces—recordad bien este

nombre—no son estrellas, ni siquiera planetas, Son pequeños cuerpos que circulan cual torbellinos á través del espacio. Son siempre pequeñas masas sólidas, como bloques de piedra ó de metal, que giran alrededor del Sol describiendo eclipses parecidos á los de los cometas. Pero mientras vagan de esta suerte en el vacío del cielo, son absolutamente invisibles á causa de su pequeñez.

La extensión del espacio donde gira la Tierra está tachonada de esos pequeños *cuerpos*, que la atraviesan en todos los sentidos con rapidez vertiginosa. La Tierra los encuentra en su paso, como un globo de juguetería lanzado al aire pasa á través de un puñado de arena arrojado vivamente contra él al ascender... Aquellos cuerpos encontrando á la Tierra en su camino, atraviesan las alturas de la atmósfera, se deslizan por ella, poco más ó menos como hace una piedra llana que, lanzada oblicuamente, resbala por la superficie de un estanque... Penetran más ó menos profundamente en el aire, siguiendo la dirección en que se mueven, y como marchan con asombrosa rapidez, experimentan al penetrar súbitamente en el aire, una resistencia enorme; es como un choque, un frotamiento y compresión tan fuertes, que se calientan hasta el extremo de inflamarse, pues todo choque y frotamiento engendran calor, calor que es, naturalmente, tanto más vivo cuanto más violento es el choque, ó más rápido el frotamiento.

Aunque fueran grandes como una casa, á la altura á que atraviesan el aire no pueden pa-

recernos mayores que puntitos luminosos deslizándose rápidamente. Pero sólo brillan en el momento de su paso por nuestra *atmósfera* y cuando han salido de ella, continúan su camino otra vez oscuros é invisibles.

Estas pequeñas masas de materia que producen las estrellas fugaces no están igualmente diseminadas por el espacio en el camino de la Tierra. En ciertos parajes abundan más que en otros donde están más espaciadas. Son especialmente muy numerosas en las regiones por donde atraviesa la Tierra hacia el 15 de Noviembre y hacia el 10 de Agosto; en esos puntos constituyen como enjambres por entre los cuales pasamos. Por esta razón, en tales noches (12, 13, 14 de Noviembre y 9, 10 11 de Agosto), el cielo está surcado por doquiera de estrellas fugaces. Acordaos de esas fechas, y en una de esas noches, cuando el cielo está despejado, alzad los ojos al cielo: en menos de un cuarto de hora habréis podido contar una veintena de esas graciosas *llamas fugitivas*.

Tal vez al contemplar esos fragmentos de materia diseminados en el espacio, os preguntaréis de dónde vienen. ¿No podrían ser restos de algún globo destruído, que hubiera sido roto, pulverizado en medio del cielo?—¡Tal vez! Pero también podría ser que fueran restos de la materia de que están hechas la Tierra, los demás planetas y los cometas, restos que no habiéndose reunido en grandes masas para formar globos, han permanecido siempre diseminados en polvo ó fragmentos más ó menos grandes.

¿Y si os dijera que esas fugaces estrellas que se deslizan tan rápidas han podido ser detenidas á veces en su carrera? ¿Coger una estrella fugaz? ¡Qué sueño!—Pues no, no es imposible. Yo, el que os habla ha tenido en su mano trozos de esas estrellas.—¿Cómo? Voy á explicároslo.

Los fragmentos de materia errantes en el espacio y que la Tierra encuentra á su paso tan á menudo, como os he dicho, no hacen más que atravesar las alturas de la atmósfera, bajo forma de estrellas fugaces. Pero á veces, —esto depende de la dirección que lleven— penetran más profundamente en el aire, y pasan más cerca del suelo, más próximas á nosotros. Entonces ya no se ve como una estrellita, sino como un globo de fuego, muy grande en ocasiones, de brillo deslumbrante, que hiende el aire con estrépito y pasa dejando tras sí un largo rastro de luz parecido al que deja un cohete volador. Entonces se da á este globo inflamado el nombre de *bólido* en lugar de estrella fugaz. En el fondo, es el mismo fenómeno visto más de cerca.

Con frecuencia el *bólido* atraviesa el cielo y desaparece como había venido. Pero también suele ocurrir que estalla de súbito en medio del aire, ya silenciosamente, ya con horrible estruendo, parecido á un cañonazo. Divídese en trozos inflamados los cuales caen en la Tierra, ó bien el bloque completo llega hasta el suelo y á consecuencia del choque húndese más ó menos. Acúdense entonces de todas partes y se encuentran trozos de piedras ardientes que

muy pronto se enfrían. Estas *pedras caídas del cielo*, estos trozos de estrellas fugaces extintas, llámanse *aerolitos*.

¿No es cosa muy extraordinaria, piedras que no vienen de la Tierra, pequeños fragmentos de astros?... Es muy curioso saber de que substancias están formados, para tener una idea de la *materia celeste*, para ver si se parece á la de que nuestro globo está constituido. Ambas son, efectivamente, muy parecidas. Esos aerolitos son casi siempre piedras grisáceas, *ferruginosas* (es decir, que contienen partículas de hierro), con el aspecto de las piedras ordinarias.

Otras veces son pedazos, bloques de hierro, hierro completamente semejante al nuestro, hierro que puede forjarse si se quiere para hacer eslabones, hojas de cuchillo, herramientas... Hay aerolitos de todas dimensiones: unos caen reducidos á pequeños granos menores que los de cebada, otros en bloques enormes, macizos, pesando miles de kilogramos.—¡No sería muy agradable recibir en la cabeza semejantes *estrellas fugaces*!

Hace años un árabe de Argelia estuvo á punto de ser muerto por un aerolito que cayó junto á él, en pleno mediodía. Ese pobre hombre se creyó muerto. He aquí como explicó el curioso caso: «Oí una detonación parecida á un cañonazo, y después como un mugido en el aire... Miré á lo alto y vi como una nube obscura, y *algo negro* que se precipitaba sobre mi cabeza. De pronto esta cosa cae junto á mí, haciendo saltar el polvo, y al acudir al punto



Fig. 91.—Caída de un bólido

en que había caído el objeto y una gran piedra profundamente hundida en la Tierra. Al querer retirarla del hoyo que había hecho al caer, me quemé la mano, pues estaba aún muy caliente.» Habiendo acudido otras personas, y enfriada ya la piedra, pudo transportarse fácilmente.

Estas caídas no son muy raras. Así, en el museo del Jardín de Plantas, de París, hay varios centenares de esos *guijarros del cielo* recogidos en la Tierra.



LECCION DECIMASEPTIMA

EL CIELO ESTRELLADO

En una hermosa noche sin luna, dirigid la vista al cielo, y á través del aire tranquilo y transparente, veréis brillar en lo alto las estrellas como puntitos trémulos. Contemplémoslos un instante. ¿Habéis notado cuán temblorosa parece su luz? Diríase que es la llama de una lámpara agitada por el viento, vista desde lejos. Este *temblor* es lo que se llama *centelleo*, y es debido á una ligera agitación del aire que hace, por así decirlo, flotar, vacilar el pequeño rayo de luz procedente de la estrella y que atraviesa la atmósfera para llegar á nuestros ojos. Así parece temblar también un objeto brillante en el fondo de un estanque, si se agita el agua á través de la cual se distingue. Las estrellas también centellean vivamente, cuando el aire es puro; los planetas, por el contrario, como hemos ya observado, tienen un resplandor más tranquilo y centellean poco ó nada.

Las estrellas son muy diferentes en brillo: unas brillan vivamente, al paso que otras son más pálidas, y otras, en fin, tienen una luz tan débil que no podemos distinguirlas.—¡ Cuántas

veces siendo niño he intentado contar las que mis ojos penetrantes podían distinguir en el cielo! Pero pronto me descorazonaba, y os aconsejo que no os toméis tal trabajo, porque están todas contadas y á todas se les ha dado su nombre correspondiente; y, por lo demás, no son innumerables como se creería, pues la mejor vista no puede distinguir, en el caso de hallarse el cielo lo más despejado posible, más de tres mil. Esto por lo que se refiere á la *mitad del cielo*—pues ya sabéis que un observador situado en la Tierra sólo ve una mitad del espacio, hallándose la otra mitad oculta por la misma Tierra. Por consiguiente, para saber cuantas son las estrellas observables á simple vista, doblaremos el número y tendremos unas 6.000.

Las estrellas han sido clasificadas según su brillo, á fin de tener una guía para distinguir-las: las más brillantes llámanse *estrellas de primera magnitud*; las que siguen después, *estrellas de segunda magnitud*, y así sucesivamente. Pero esto no quiere decir en modo alguno que las estrellas llamadas de *primera magnitud* sean en realidad *mayores* que las otras, ni que sean por sí mismas más luminosas. Quiere decir únicamente que *vistas desde la Tierra*, nos parecen más brillantes. En todo el cielo hay 18 estrellas de primera magnitud. En la segunda magnitud figuran 60 estrellas. Menos brillantes aun son las de tercera magnitud, de las cuales hay 182. Las estrellas de cuarta magnitud son en número de 550, y las de quinta en número de 1610. Estas son ya muy débiles y sólo se las

ve en las noches muy despejadas. En fin, las estrellas de sexta magnitud, las más pequeñas que pueden distinguirse á simple vista son en número de 3600.—Todos estos números sumados forman el total de 6000.

Pero cuando en lugar de contemplar sencillamente el cielo con los ojos, se mira á través del telescopio, entonces cambia en absoluto el aspecto. *Descúbrense* millares y millones de estrellas, que nuestra vista demasiado débil no podía distinguir. Un pequeño espacio del cielo donde nuestros ojos apenas distinguirían dos ó tres estrellas, vese cuajado de ellas. Con los telescopios más potentes han podido distinguirse estrellas de luz cada vez más débil hasta la decimaséptima magnitud, calculándose en cien millones las estrellas visibles con el telescopio en todo el cielo. Y si se dispusiera de mejores instrumentos, más potentes aun, se distinguirían muchas más. Por consiguiente ¿quién podrá decir jamás cuántos astros hay en el *espacio sin fin?*

Diversidad de aspecto del cielo según las horas y las estaciones. — Pero de momento atengámonos á lo que nuestros ojos pueden ver, mas antes hagamos una observación. Sabéis ya que no podemos contemplar de una vez más que la mitad del cielo, y por otra parte no habréis olvidado que por una ilusión de nuestros ojos, á causa del movimiento de la Tierra, el cielo parécenos girar con las estrellas á nuestro alrededor en el espacio de 24 horas. La primera conclusión que de ello se deduce es que no se ven las mismas partes del cielo

ni las mismas estrellas desde todos los puntos de la Tierra. En segundo término, si miramos el cielo durante una noche, nos habrán parecido cambiar de posición las estrellas de hora en hora. La que, por ejemplo, nos parecía sobre cierto punto del horizonte,—en la dirección de aquel campanario lejano, si queréis,—dos ó tres horas después está más lejos. En el curso de una noche *salen* unas estrellas, al paso que otras *se ponen*, y todas han cambiado de lugar. Pero como parecen girar todas juntas, no se han deformado los grupos que forman, los cuales nos permitirán reconocerlas á pesar de su traslado.

Visibilidad del cielo para diversas posiciones de un observador en la Tierra.—Ahora figuraos un hombre, un observador colocado justamente en un polo de la Tierra,—en el polo Norte, si os place. Ve á su alrededor y sobre su cabeza, sobre su horizonte, la mitad del cielo; pero siempre la mitad: siempre le parece que las mismas estrellas, giran á su alrededor en el mismo tiempo de 24 horas. Las que ve cerca del horizonte le parecen dar la vuelta á este horizonte; las que están más elevadas parecen describir un círculo menor, y las que están casi encima de su cabeza describenlo mucho más pequeño aun. En fin, si hay alguna situada en línea recta sobre su cabeza, esta le parecerá siempre inmóvil en el mismo sitio, en plena mitad del cielo. Este punto del cielo que parece inmóvil está justamente en la dirección del prolongamiento imaginario del eje de la Tierra, y corresponde al *polo terrestre*, en el

cual está colocado nuestro observador. Le llamaremos, pues, el *polo del cielo*; en la suposición que hemos hecho, es el *polo boreal del cielo*. Nuestro observador así colocado, verá,

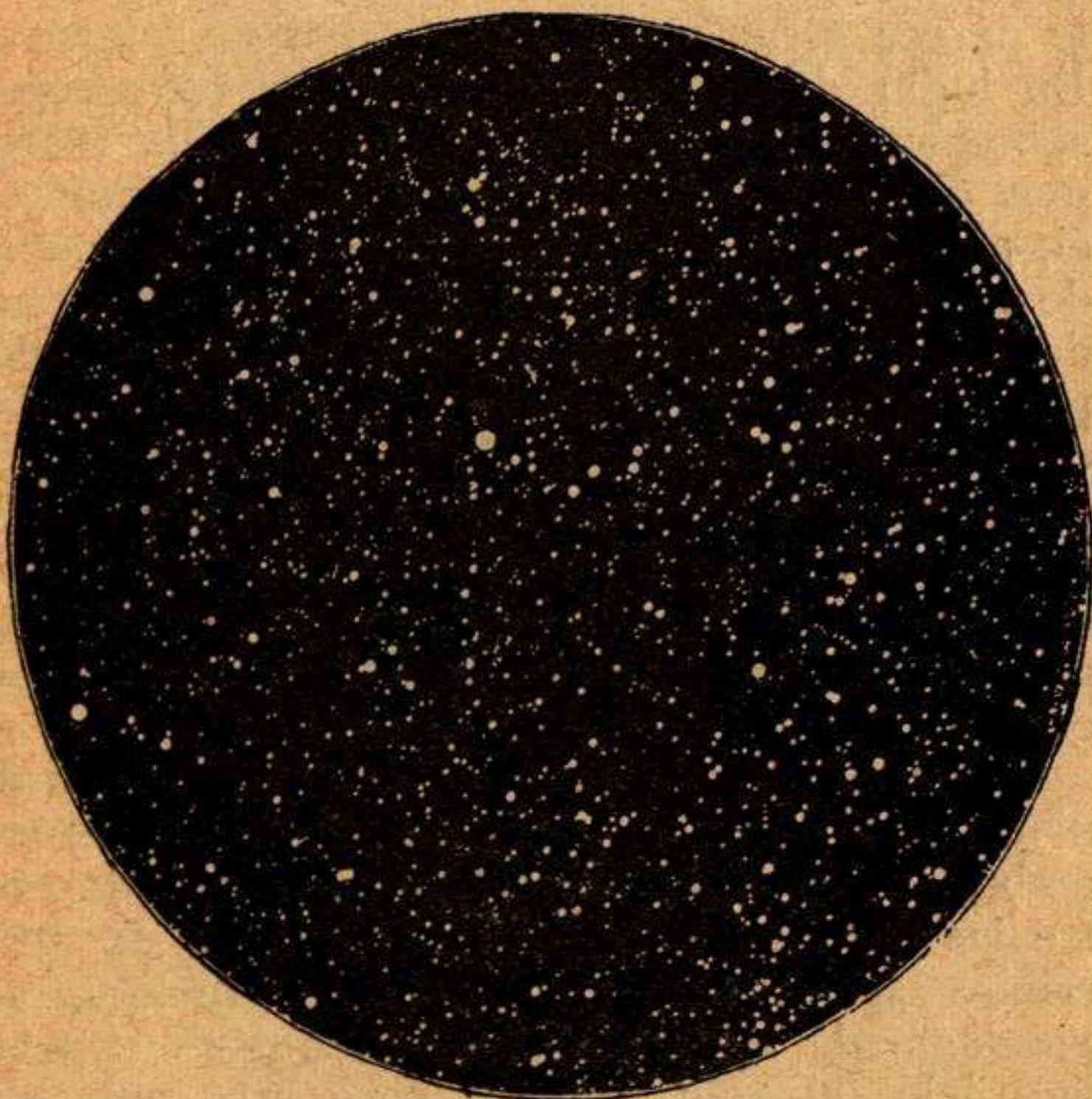


Fig. 92.—Pequeño espacio del cielo, visto con el telescopio

pues, siempre, según hemos dicho, la misma mitad del cielo; la otra mitad le será siempre desconocida. Si estuviera colocado en el otro polo de la Tierra, vería por el contrario, la otra mitad; tendría el *polo austral del cielo* encima de la cabeza, y las estrellas que pueden

verse desde el polo boreal estarán ocultas para él.

Supongámosle ahora transportado á un punto del ecuador. Todo cambia entonces; pues por efecto del movimiento de la Tierra el cielo le parece girar aun, pero de distinta manera. En lugar de ver un solo polo del cielo recto sobre su cabeza, ve los dos en los dos extremos opuestos del horizonte, el uno delante de él, por ejemplo, y el otro detrás. En el espacio de 24 horas ve sucesivamente todo el cielo; todas las estrellas parécenle, unas tras otras, *salir* por la misma parte de su horizonte,—por su derecha, si está vuelto hacia el Norte,—elevarse en el cielo á más ó menos altura, descender luego y ponerse por la otra parte de su horizonte,—hacia su izquierda. Algunas llegan á pasar sucesivamente por encima mismo de su cabeza.

Nosotros que no estamos colocados en uno ni en otro polo, ni en el ecuador, sino entre ambos, observamos un efecto comprendido entre las dos apariencias que acabamos de describir. Las estrellas parécennos también girar *alrededor de un punto inmóvil*, que es el polo del cielo (el polo *boreal*): pero este polo no está recto sobre nuestra cabeza ni en el borde del horizonte. Las estrellas más próximas á este polo, girando á su alrededor, parécennos pasar ya por encima, ya por debajo, pero sin ponerse jamás: están siempre encima del horizonte. Las otras estrellas, más alejadas del polo, llegan, al dar la vuelta, á tocar el horizonte y á descender bajo el mismo: se las ve

salir y ponerse. En fin, en la parte opuesta de la región del cielo siempre visible, alrededor del polo *austral* del cielo, correspondiente al polo austral de la Tierra, hay una región siempre invisible para nosotros, y que sólo puede verse viajando por el hemisferio austral.

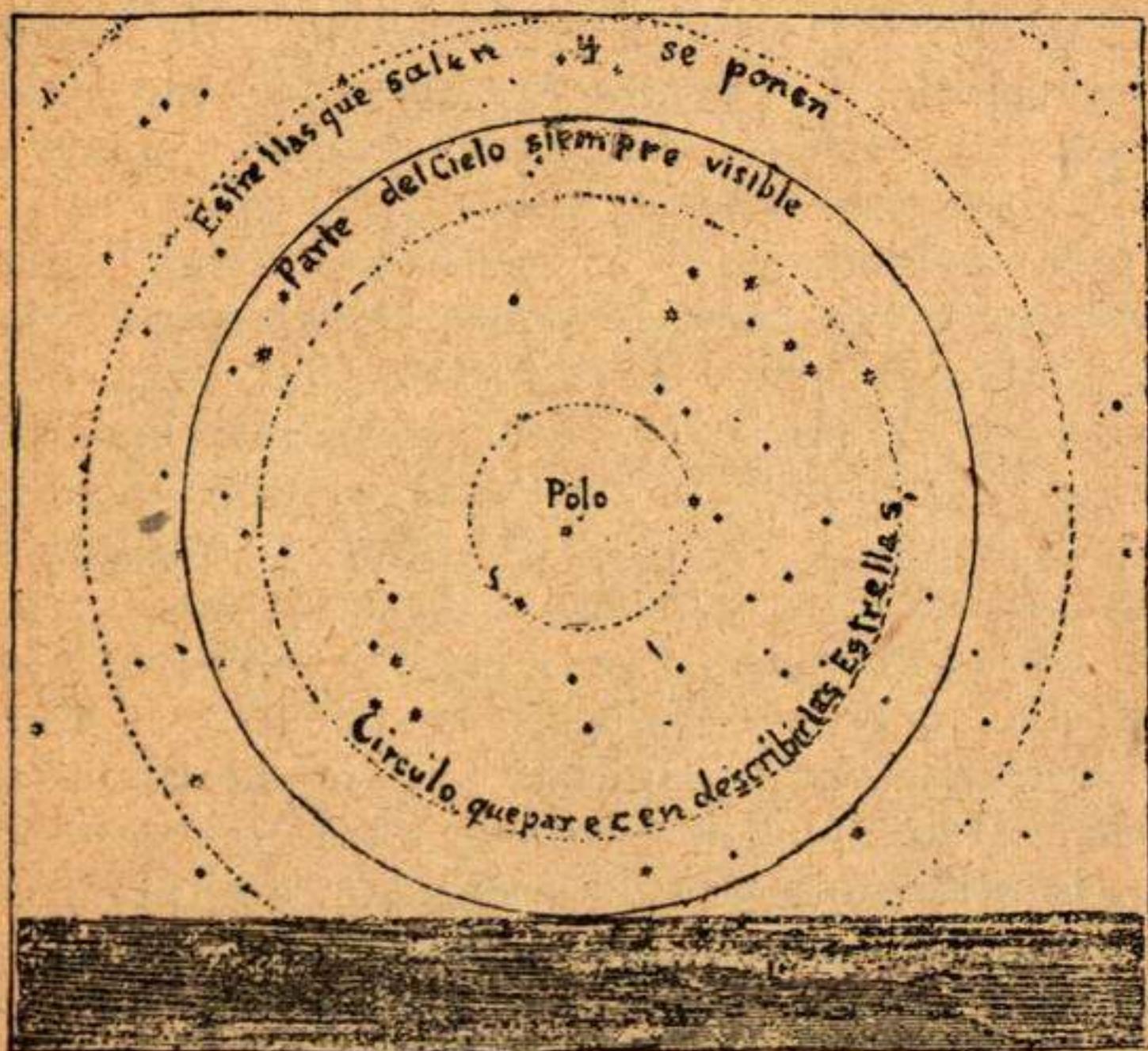


Fig. 93.—Parte del cielo siempre visible para nosotros. Todas las estrellas comprendidas dentro del gran círculo que roza el horizonte giran, quedando siempre sobre el mismo; las otras salen y se ponen.

Visibilidad del cielo en las diversas épocas del año.—Pero en todo lo que precede, cuando decíamos, por ejemplo, que en el espacio de 24 horas todas las estrellas de la parte del cielo

visible para nosotros han pasado *ante nuestros ojos*, entendíamos en realidad que estaban sobre el horizonte, *ante nuestros ojos*, en efecto. Pero esto no basta para que pudiéramos verlas en realidad. Sólo podemos ver las estrellas de noche. De día están allí, efectivamente; pero la luz del Sol difundida en el espacio, y absorbiendo la suya demasiado débil, nos impide distinguirlas. Únicamente podemos observar, pues, las estrellas que se encuentran sobre el horizonte *durante la noche*.

Ahora bien, según hemos dicho hay estrellas que están *siempre* sobre el horizonte; por lo tanto, podemos verlas todas las noches si éstas son despejadas. Las otras estrellas que salen y se ponen, se encuentran sobre el horizonte, según las épocas del año, ya durante el día, ya durante la noche. Durante una mitad del año, toda una gran parte del Cielo, con las estrellas correspondientes, se encuentra sobre el horizonte por la noche, pudiendo entonces observarse aquellas estrellas. En la misma época, la otra parte del cielo está sobre el horizonte durante el día. Pero ocurre todo lo contrario para la otra mitad del año: las estrellas que salidas durante el día, eran invisibles, están sobre el horizonte por la noche y recíprocamente, de donde se desprende que las estrellas que pueden observarse en las diferentes épocas del año no son las mismas,—y que todas, incluso éstas últimas, no parecen á todas horas en las mismas posiciones.

LECCION DECIMAOCTAVA

LAS CONSTELACIONES

Desde los tiempos más remotos se ha visto la utilidad de conocer las estrellas, las más importantes por lo menos. Pero en el número, pequeño en proporción, de las estrellas visibles á simple vista, había ya mucha confusión; de modo que para reconocerlas, se dividieron en grupos, según la disposición que presentan á nuestros ojos. Un grupo de estrellas que presenta cierta forma, cierta disposición que permite reconocerlo, llámase una *constelación*. Cada constelación tiene su nombre, que es el de un objeto, un animal, un hombre, y lo más á menudo el de un dios ó un héroe de la antigua *mitología*: pues tales nombres, dados casi todos por los antiguos, los hemos conservado hasta nuestros días, aunque desgraciadamente esos grupos de estrellas no tengan ninguna relación de forma con las cosas que sus nombres designan. Además algunas de las estrellas más notables tienen nombre aparte. En cuanto á las otras indícase á que grupo pertenecen, y para distinguirlas de las otras estrellas del mismo grupo, se les da á cada una como *señal distintiva* una letra del alfabeto griego, ó un simple

número de orden, del mismo modo que para distinguir una casa en una gran ciudad se indica primero la calle y después el número de orden de la casa en esta calle. De esta manera puede ser reconocida cada estrella, y han llegado á trazarse *mapas del cielo* en los que están indicadas hasta las más insignificantes estrellas en su lugar respectivo, como las ciudades y los pueblos lo están en un mapa de Geografía.

¡ Conocer las estrellas del cielo! ¡ poder llamarlas por sus nombres señalándolas de noche con el dedo! ¡ Cómo me extasiaba con esto cuando era niño! ¿ No es realmente una cosa encantadora?—Ese placer podéis tenerlo también vosotros y yo puedo procurároslo. No se trata de conocer las estrellas como un astrónomo; sino de saber reconocer y saber los nombres de las más hermosas, de los grupos ó constelaciones más notables.

Principales constelaciones.—*Región siempre visible del cielo.*—Veamos, pues, de reconocer las constelaciones principales comenzando por las que son visibles todas las noches.—Cuando en una noche bien despejada contempláis el cielo, una persona instruída os mostrará un grupo de siete estrellas muy brillantes (6 de ellas de segunda magnitud) conocido vulgarmente con el nombre de *Carro*. No sé qué relación de forma se ha encontrado entre esta constelación y un carro... pero si queréis una comparación con un objeto que os sea más familiar, os diré que se parece á una *cometa* empinada en el aire: 4 estrellas señalan los cuatro ángulos

del juguete al paso que otras 3 representan la cola... Los astrónomos llaman á esta constelación la *Osa mayor*. Es visible todas las noches, pero tiene diversas posiciones según la hora de la noche y la estación del año. Acostumbraos á buscarla en el cielo y encontrarla á la primera ojeada, lo cual os será muy útil como vais á ver.



Fig. 94.—La Osa Mayor

A poca distancia de la *Osa mayor* hay una muy vasta extensión de cielo donde no se ve ningún grupo de estrellas que llame la atención; pero en medio de este espacio destácase una sola estrella muy brillante (segunda magnitud), y fácil de encontrar. Si se imagina una línea que pase por las dos estrellas del cuadro de la *Osa mayor* que figura como la cabeza de la cometa (en la parte opuesta de la cola), prolongando esta línea llegará justamente á la estrella de que hablamos. Observarla bien,

pues aunque no sea la más brillante, es la que importa conocer más de todas las del cielo, ya que su posición en el cielo coincide casi con el polo (boreal), por cuya razón parece inmóvil, mientras todas las demás parecen girar á su alrededor. Es la estrella *polar*, y en cuanto la



Fig. 95.—Alineación para encontrar la estrella polar

reconocéis ya estáis *orientados*, pues os señala el polo Norte. Volviéndoos hacia ella tenéis al frente la dirección del Norte, y á espaldas el Sud; el Oriente está, pues, á vuestra derecha y el Occidente á la izquierda. Conociendo la estrella polar no hay miedo á que os perdáis, pues si tal ocurriera fácil os sería hallar el camino perdido y reconocer la dirección que lle-

vabais. De esta suerte los marinos, observando la estrella *polar*, pueden conocer la dirección que deben seguir en el mar por la noche. La estrella polar constituye el extremo de la *cola* de la *Osa menor*, constelación de forma muy parecida á la de la *Osa mayor*; es más pequeña que ésta, y está vuelta en sentido contrario,

Casiopea

La Osa Menor y la Polar *La Osa Mayor*



Fig. 96

formándola estrellas mucho más brillantes y no tan fáciles de encontrar.

A la otra parte de la estrella polar, frente á la *Osa mayor* y casi á la misma distancia, reconoceréis una constelación en forma de zigzag llamada *Casiopea*, constituída por varias estrellas de segunda magnitud. Este grupo formado por la *Casiopea* por una parte, la *Osa mayor* por otra y la polar en medio, es fácil de reconocer, pues está siempre sobre el horizonte como hemos dicho, pues como parecen girar alrededor de la polar, cambian de posición en

el cielo según la hora de la noche y la época del año. Así es que tan pronto la Osa mayor tiene la *cola hacia abajo*, como vuelta hacia arriba; tan pronto parece situada de través sobre la polar como debajo de ella. Hay que acordarse de todo esto cuando se quiere reconocer las constelaciones en el cielo, porque por efecto del movimiento aparente del cielo todas están alternativamente á la derecha y á la izquierda de la polar, todas parecen alternativamente echadas ó derechas.

El cielo de invierno.—Puesto que las constelaciones visibles en la hora de la noche en que podéis observarlas no son las mismas en todas las estaciones del año, supongamos desde luego que estamos en invierno y que contemplamos el cielo hacia las siete ó las ocho de la noche.

Recorriéndolo con una rápida ojeada, pronto reconocemos la *Osa mayor*, que, en tal momento asciende oblicuamente sobre el horizonte, con la cabeza hacia arriba. Gracias á ella vamos á encontrar la Osa menor y la polar: henos ya orientados. La polar se nos muestra como siempre situada á mediana altura entre el horizonte y el *cenit* ó sea el punto del cielo situado *verticalmente* sobre nuestra cabeza. A la otra parte de la polar, opuesta á la Osa mayor, es decir, hacia el cenit, ciérnese la Casiopea. Hemos ya encontrado, por consiguiente, las constelaciones que conocemos, las cuales van á guiarnos para hallar las otras. Permanezcamos *orientados*, y busquemos en el cielo, algo hacia el Este, una hermosa estrella

Cenit

1. La Osa Mayor.
2. La Polar (Osa Menor).
3. Casiopea.
4. La Cabra (el Cochero).
5. Los Gemelos.
6. Vega (la Lira).
7. Altair (el Aguila).
8. El Cisne.

El 20 de Diciembre
á las siete de la noche



Este
Derecha

Oeste
Izquierda

Línea del horizonte

Línea del horizonte

Fig. 97.—Cielo de invierno.—Parte Norte

de primera magnitud cuyo brillo atraerá pronto nuestra mirada: es la *Cabra* (estrella principal de la constelación del *Cochero*). Podéis aseguráros de que es ella observando que se encuentra, muy lejos en el cielo y en la dirección de la cabeza de la Osa mayor. Debajo de la *Cabra* (casi á la misma distancia que la *Casiopea* y en la parte *opuesta*), veis brillar dos hermosas estrellas poco alejadas una de otra: son los *Gemelos*, los dos hermanos, *Castor* y *Pollux* (fig. 97).

Sin cambiar de posición y teniendo siempre la polar ante vosotros, volved un poco la cabeza hacia el Oeste (á la izquierda): algo por encima del horizonte veréis brillar una hermosa estrella de primera magnitud llamada *Vega*, en la pequeña constelación de la *Lira*. La reconoceréis teniendo en cuenta que se halla á la misma distancia de la polar que la *Cabra* y directamente en la parte opuesta: la polar está situada casi en el centro de la línea imaginada entre aquellas dos. Ahora, seguid en el cielo con vuestro dedo levantado, una línea que vaya hasta la cabeza de la Osa mayor hacia la *Lira*, que acabáis de reconocer; esta línea, prolongada en la misma dirección, os conduce casi rectamente á una estrella de primera magnitud, entre dos más pequeñas: este grupo es la constelación del *Aguila*. En fin, seguid en la misma forma una línea que vaya desde la *Casiopea* hacia el *Aguila*, y casi á medio camino pasaréis junto á una estrella de segunda magnitud, la única brillante en aquellas cerca-

Cenit

1. Los Tres Reyes (Orión).
2. Aldebarán (Toro).
3. Sirio (Perro Mayor).
4. Proción (Perro Menor).
5. Cuadrado de Pegaso.
6. Andrómeda.
7. Perseo.
8. Las Pléyades.

*El 21 de Diciembre
á las ocho de la noche*



*Este
Izquierda*

Línea del horizonte

Fig. 98.—Cielo de invierno.—Parte Sur

Línea del horizonte

*Oeste
Derecha*



nías; esta estrella hállase en medio de la constelación del *Cisne*.

Volvamos ahora la espalda á la polar para contemplar la parte opuesta del cielo, la parte *Sud*; esta vez tenemos el Oeste á la derecha y á la izquierda el Este. Todo el mundo ha observado tres estrellas situadas casi á igual distancia en línea recta, llamadas comúnmente los *Tres Reyes*. Distínguense algo hacia el Este. En cuanto las hayáis reconocido observad cuatro hermosas estrellas que forman una especie de cuadrado largo, en medio del cual encuéntrase los *Tres Reyes*. Dos estrellas, en los dos ángulos opuestos del cuadrado alargado, son de primera magnitud. Todo este gran grupo, con algunas estrellitas cercanas, forman la hermosa constelación de *Orión*, la más notable del cielo y muy fácil de distinguir. Encima de *Orión* brilla una preciosa estrella rojiza; es *Aldabarán*, en la constelación del *Toro* (fig. 98).

Debajo de *Orión*, precisamente opuesta á *Aldebarán*, destácase la más hermosa estrella de las noches de invierno, la magnífica *Sirio*, que forma parte de la constelación del *Perro mayor*. Encontraréis fácilmente estas dos estrellas observando que ambas se encuentran en la alineación de las estrellas de *Orión*, los *Tres Reyes*: *Aldebarán* encima, *Sirio* abajo y casi á la misma distancia. A la izquierda (*Este*), en la línea que va de *Aldebarán* á la estrella de primera magnitud que forma la parte superior del cuadrado alargado de *Orión*, en la opuesta y casi á la misma distancia, brilla en

la constelación del *Perro menor*, otra estrella de primera magnitud (*Proción*).

En la antigua mitología, Orión es un gigante, cazador temible, que persigue al *Toro celeste* (*Aldebarán*); y, como buen cazador, va acompañado de dos perros, el *mayor* y el *menor*, los cuales le siguen. Os cito esta fábula para ayudaros á grabar en vuestra memoria la posición de Orión, del Toro y de los Perros.

Vayamos á otra historia. Esta vez es un

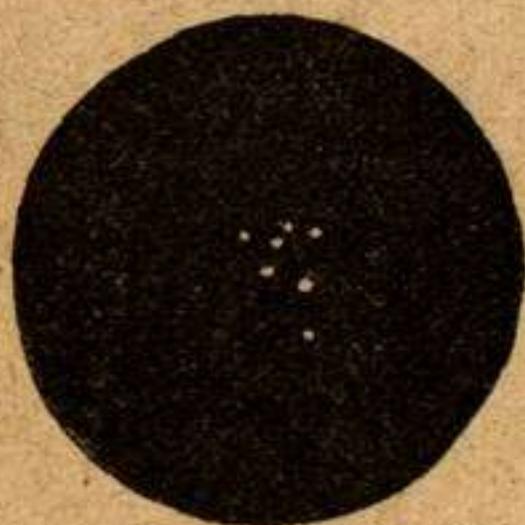


Fig. 9).—Las Pléyades á simple vista

guerrero, Perseo, que montado en un caballo *alado* llamado Pegaso, corre en auxilio de una joven princesa de nombre Andrómeda, en el momento en que iba á devorarla un pez monstruoso... La constelación que representa en el cielo el caballo alado es un gran cuadrado de cuatro hermosas estrellas llamado el *cuadrado de Pegaso*. Es el único lugar del cielo donde pueden observarse cuatro estrellas formando un cuadrado casi perfecto. Otras tres estrellas que forman como una cola de este cuadrado, parecida á la cola de la Osa mayor, son las principales de la constelación de

Andrómeda. El esforzado *Perseo*, habréis de buscarlo en el extremo de esta cola, hacia lo alto del cielo y algo á la derecha (Oeste). El terrible *Pez* anda también por ahí, cerca de *Andrómeda*. Antes de abandonar esta región

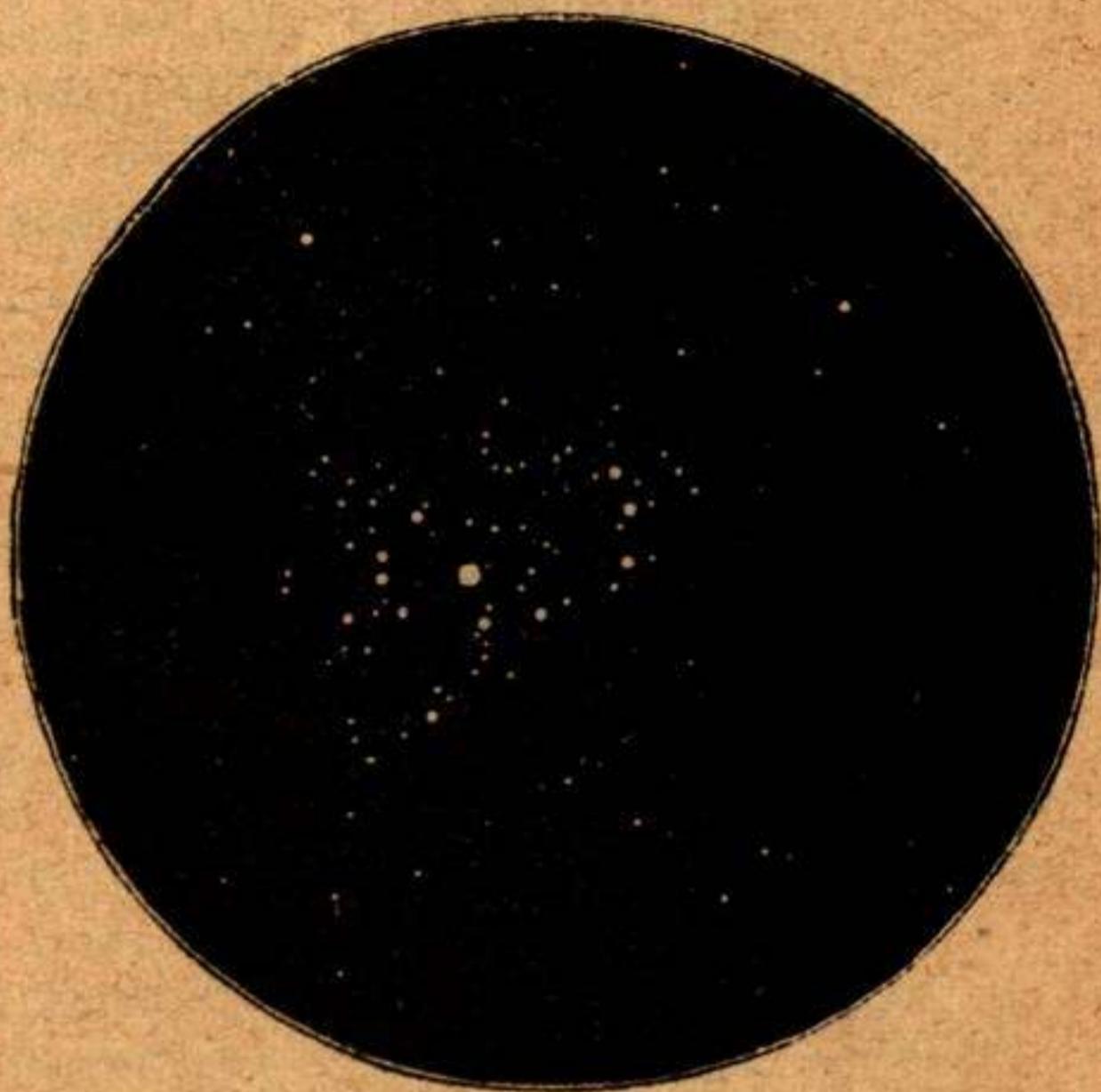


Fig. 100.—El grupo de las Pléyades visto con el telescopio

del cielo, buscad aun algo por debajo de Aldebarán (en la línea que va de Aldebarán á Orión, á la otra parte de aquél y casi á igual distancia) un apretado grupo de estrellas pequeñas. Este grupo es muy conocido por la gente del campo, que lo llama la *Clueca*, pues les recuerda una gallina rodeada de sus polluelos. Los astrónomos le han conservado su antiguo

- Osa Mayor.
- Polar (Osa Menor).
- Casiopea.
- La Cabra (el Cochero).
- Los Gemelos.
- Vega (la Lira).
- Aitair (el Aguila).
- El Cisne.

Cenit

El 2 de Mayo
á las diez de la noche



Oeste
Izquierda

Este
Derecha

Línea del horizonte

Línea del horizonte

Fig. 101.—Cielo de Verano.—Parte Norte

nombre: las *Pléyades*. Con vuestros penetrantes ojos distinguiréis en él fácilmente seis ó siete estrellas; pero cuando se contemplan las *Pléyades* con el telescopio, vese además un gran número de otras mucho más pequeñas (unas 80) que á simple vista no pueden distinguirse.

El cielo en verano.—Observemos ahora las constelaciones que brillan en nuestro horizonte durante la estación florida, hacia 1.º de Junio, por ejemplo. Supongamos que son las diez de la noche, la hora más cómoda para vosotros en esta época del año. Volvámonos hacia el Norte; casi todas las estrellas que observaremos en esta región del cielo son las mismas que hemos ya visto en el cielo de invierno, pero tienen una posición inversa, como sabéis. Así la *Osa mayor*, ciérnese en esta época en lo alto del cielo, en tanto la *Casiopea* está debajo de la *Polar*.

La *Cabra*, que estaba hacia el cenit, está ahora á la izquierda, cerca del horizonte; más lejos se hallan los *Gemelos*, hacia el Oeste. La posición ha cambiado, pero no las *alineaciones*, y las mismas que nos han servido para reconocer las estrellas nos servirán para encontrarlas. Así, iremos á encontrar la *Lira* en la parte opuesta de los *Gemelos*, á la misma distancia de la *Polar*; el *Cisne* brilla debajo; el *Aguila* está cerca del horizonte, en el ocaso, semi-borrada por el resplandor vago del crepúsculo.

Por la parte Sud, por el contrario, tenemos estrellas completamente nuevas para nosotros: las constelaciones de invierno han desapareci-

Cenit

1. *Arturo (el Boyero).*
2. *La Espiga (la Virgen).*
3. *El León.*
4. *El Escorpión.*

*El 21 de Mayo
á las diez de la noche*



*Este
Izquierda*

*Oeste
Derecha*

Línea del horizonte

Línea del horizonte

Fig. 102.— Cielo de Verano.—Parte Sur

do, brillando ahora en primer término, á mediana altura en el cielo, una magnífica estrella de primera magnitud, *Arturo* (en la constelación del *Boyero*). Esta estrella es fácil de reconocer pues se encuentra en la prolongación de la cola de la Osa mayor. Debajo de Arturo hay otra estrella muy brillante llamada la *Espiga*, que señala la constelación de la *Virgen*. Más hacia la derecha ó sea el Oeste, atrae nuestras miradas la hermosa estrella del *Leon*. El Leon, la Espiga y Arturo forman en el cielo un gran triángulo; seguid con el dedo levantado la línea que va desde el Leon á la Espiga, prolongadla y encontraréis cerca del horizonte, un poco al Este, la estrella principal del *Escorpión*. Se encuentra por lo tanto en la parte opuesta al Leon, quedando la Espiga entre ambas.

En fin, en la región austral del cielo, siempre oculta para nuestros países, hay varias hermosas constelaciones. Os citaré únicamente las dos más célebres: el *Navío* y la *Cruz del Sud*. Es inútil que os las describa porque nunca las veréis como no estéis en el hemisferio austral.

El Zodíaco.—Los antiguos astrónomos, observando el camino aparente que parece seguir el Sol en el cielo pasando ante ciertas estrellas (véase la fig. 26 pág. 70), habían dividido tales estrellas en doce grupos, haciendo otro tanto en el círculo trazado en el cielo por el Sol. Las constelaciones forman lo que se llama el *Zodíaco*; cada una de ellas es un *signo del*

Zodiaco. He aquí el nombre de esos doce signos:

Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Entre esos nombres latinos reconoceréis algunos de los que hemos citado; los otros no tienen estrellas notables.—En otro tiempo decíase: «el Sol está en el signo de *Aries*», por ejemplo, para significar que el astro parecía pasar en aquel momento por delante del citado grupo de estrellas. Como hay doce meses, cada mes correspondía con escasa diferencia á la posición del Sol ante una de las constelaciones; por esto en los almanaques cada mes lleva aun la indicación de un *signo del Zodiaco*. Pero á consecuencia de una pequeña diferencia que aumentaba con el tiempo, encontramos que en nuestra época el Sol no corresponde ya en realidad, en un momento del año, al grupo de estrellas cuyo signo tiene el mes. El Zodiaco prestaba grandes servicios á los cálculos de los antiguos astrónomos; pero los de nuestros días lo emplean poco, por tener mejores métodos de observación.

LECCION DECIMANOVENA

LAS ESTRELLAS

Estrellas de color, variables, periódicas.— Observando con atención las estrellas, puede notarse que no todas tienen una luz perfectamente blanca; algunas tienen un matiz rojizo, azulado, ó amarillo... Si se observa con el *telescopio*, sus colores parecen mucho más claros y más vivos. Vense estrellas rojas, azules, amarillas, verdes, de todos colores... Estas llámanse *estrellas variables*.

Las hay que son aun más extraordinarias: son las que se ven brillar sucesivamente ya con luz vivísima, ó ya debilitarse y hasta desaparecer completamente, para de nuevo *encenderse*, por decirlo así, al cabo de cierto tiempo. Aquellas cuyo brillo aumenta ó disminuye de esta suerte alternativamente durante cierto *período* de tiempo, llámanse *estrellas periódicas*. En fin, hase visto á veces ¡cosa admirable! aparecer en el cielo *estrellas nuevas*, que después de haber brillado durante más ó menos tiempo, han acabado por extinguirse por completo... ¡Ignórase lo que ha sido de ellas!

Masas de estrellas.—*Estrellas dobles, triples, etc.*—Hemos ya observado uno ó dos gru-

pos formados de estrellas muy juntas unas á otras—y al decir juntas me refiero á *nuestros ojos*—(las *Pléyades* por ejemplo). Una buena vista distingue fácilmente las estrellas que forman esos grupos, de los cuales hay en el cielo muchos parecidos.

Pero hay también muchas estrellas que á simple vista parecen *sencillas*, absolutamente

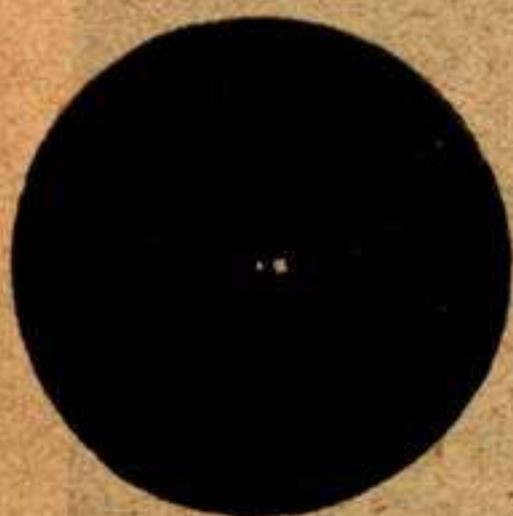


Fig. 103.—Estrella doble vista con el telescopio



Fig. 104.—Estrella cuadruple vista con el telescopio

parecidas á las otras, y que en realidad son *dobles, triples...* Figuraos dos, tres, cuatro ó cinco estrellas tan cercanas unas de otras que su luz se confunde y á causa de nuestra vista sólo parecen formar un punto brillante; pero observando con el telescopio pueden verse separadas las dos, tres ó cuatro estrellas. Y, cosa aun más curiosa, esas estrellas no son del mismo color: si una, por ejemplo, es blanca, la otra será azul, ó roja, ó verde... En fin, en ese grupo se ve la estrella más pequeña (ó las más pequeñas) girar alrededor de la mayor, como los satélites alrededor de los planetas.

Nebulosas.—Hay más aun. Cuando la noche es bien negra y despejada, puede distinguirse

entre la constelación de Casiopea y la de Perseo, una estrella que parece nubosa, cual si se viera á través de la niebla: diríase que es una nubecilla débilmente luminosa. Esto es lo que se conoce con el nombre de *nebulosa*. A

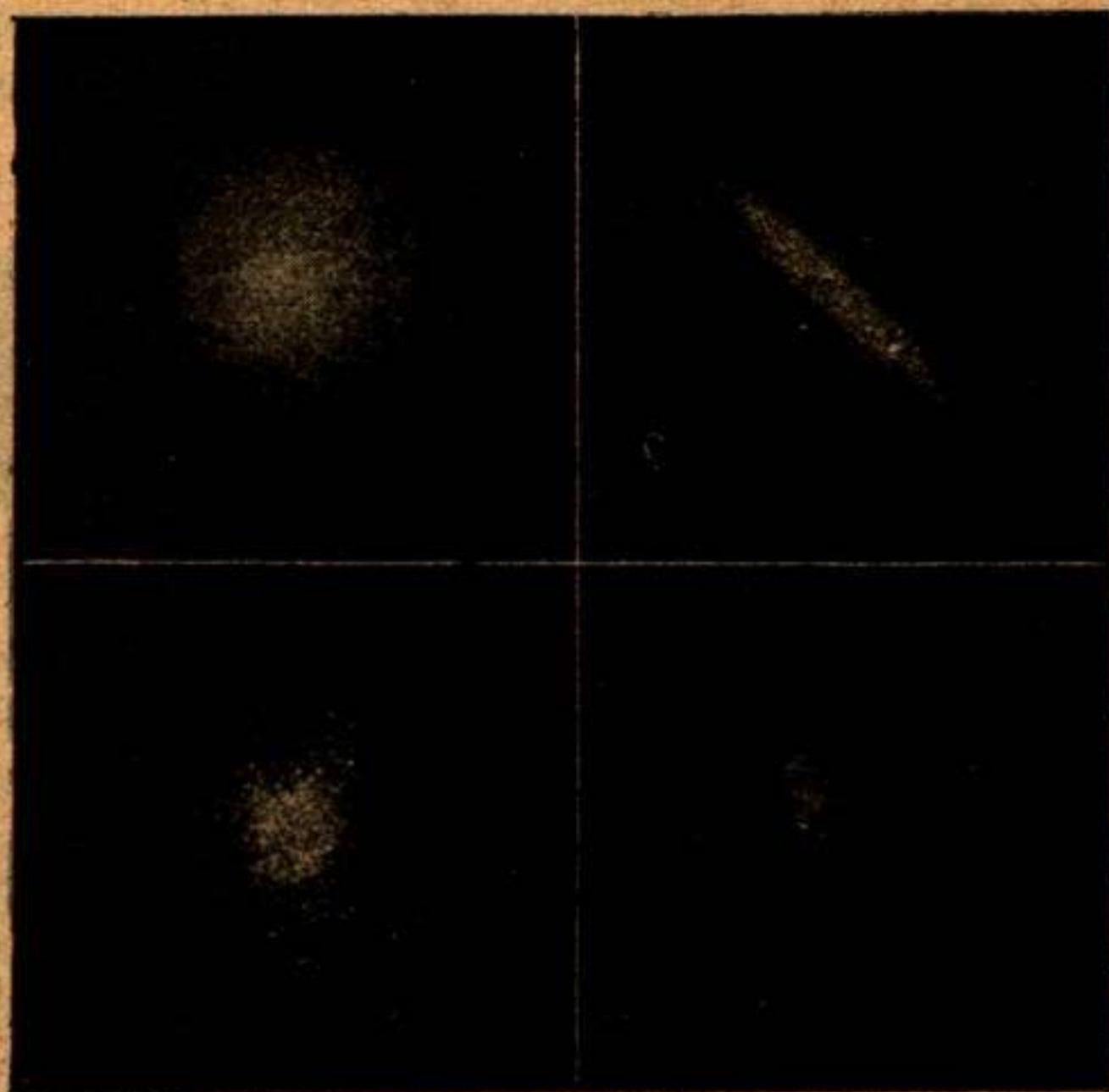


Fig. 105.—Nebulosas de forma redonda ú oval vistas con el telescopio

simple vista pueden verse en el cielo varias nebulosas; pero si se mira con el telescopio descúbreanse á centenares, tan pequeñas y de brillo tan débil que no pueden distinguirlas nuestros ojos. Ahora bien, cuando se observan atentamente con un buen telescopio algunas de esas nebulosas, reconócese que están formadas de

un montón enorme de pequeñas estrellas, pero nos parecen tan insignificantes á causa de estar mucho más distantes de nosotros que los demás, tanto que es imposible verlas, consti-

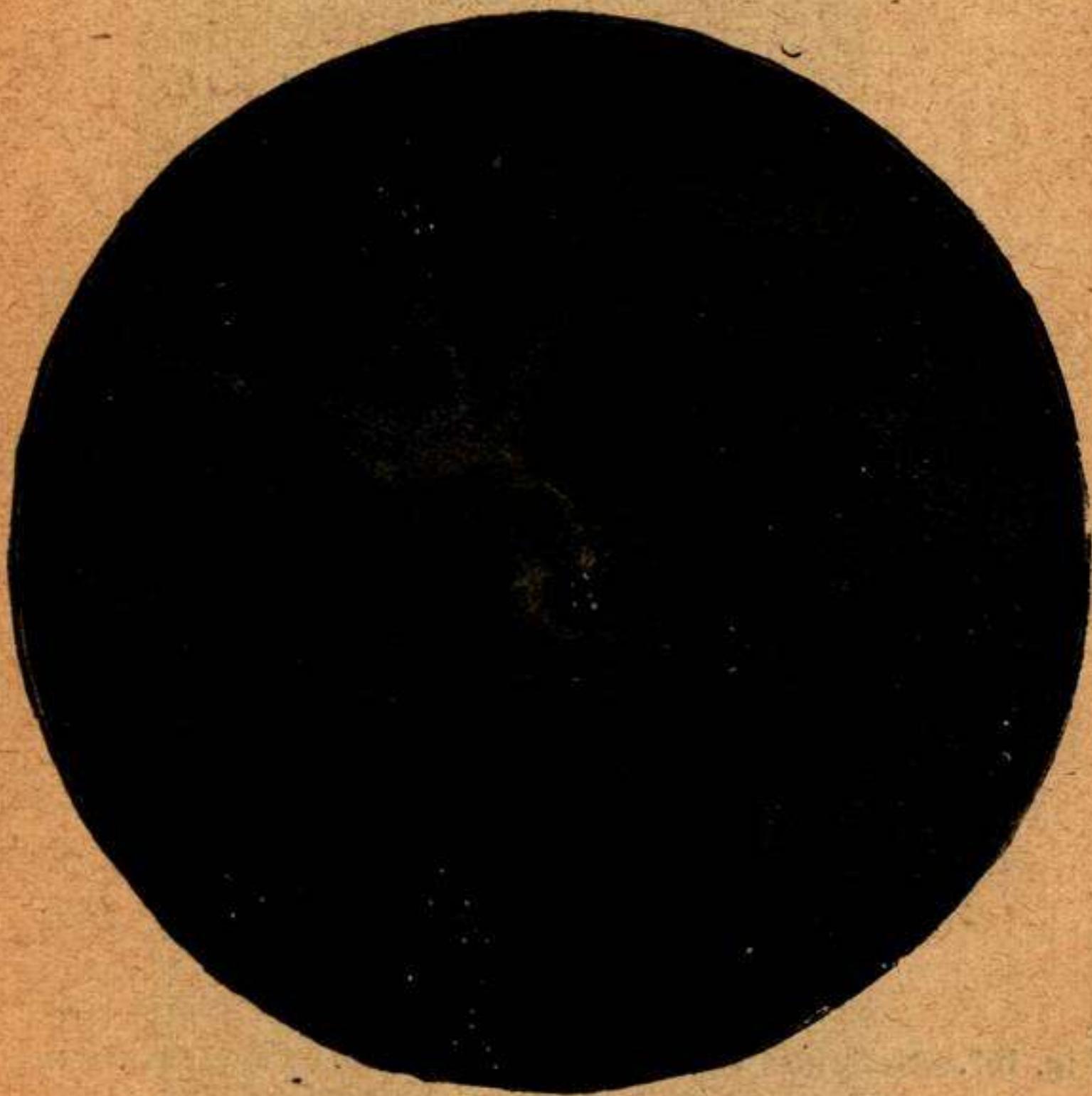


Fig. 106.—Nebulosa de forma irregular vista con el telescopio

tuyendo su conjunto esa luz vaga de la *nebulosa*. En realidad, pues, estas son también grupos de estrellas. Pero hay otras nebulosas, por el contrario, en las que jamás han podido distinguirse estrellas; es inútil observarlas con los

mejores instrumentos porque no se ve más que un pálido resplandor, teniendo siempre el aspecto de una nubecilla redonda, oval ó de forma irregular. Estas, efectivamente, no son

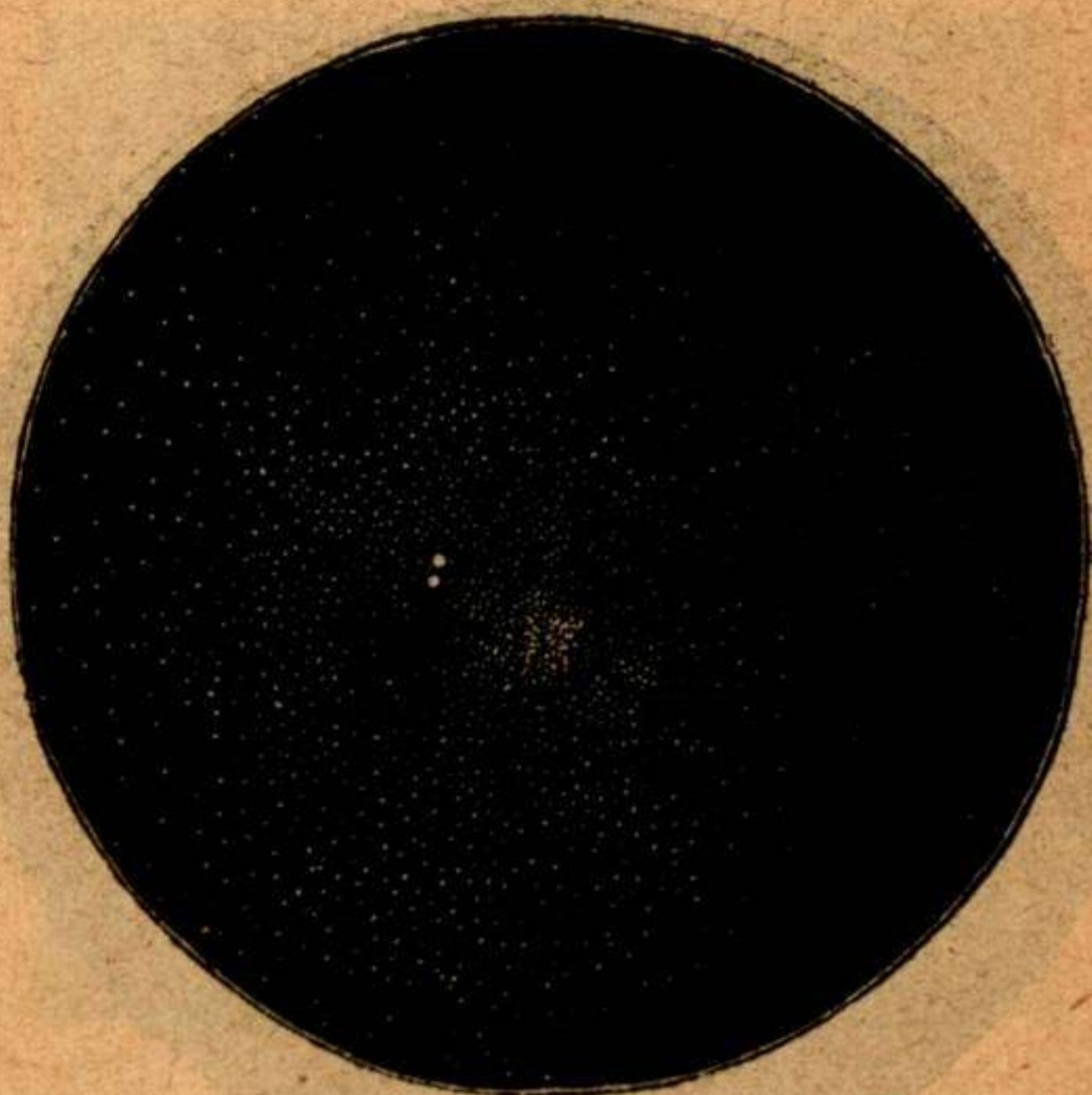


Fig. 107.—Nebulosa vista al telescopio, formada en apariencia por un conjunto de pequeñas estrellas

más que acumulaciones de vapores luminosos cernidos en el espacio.

La Vía láctea.—Desde que contemplamos las estrellas, habréis ya observado un gran rastro de luz pálida, lechosa, que atraviesa el cielo. Diríase que es un camino trazado entre



Fig. 108.—Porción de Vía Láctea vista á simple vista

las estrellas, como una senda á través de una pradera sembrada de flores.

Este rastro de luz, este *camino del cielo*, es lo que se llama la *Vía láctea* (camino de leche). Podríase comparar también á un río, que tiene repliegues, islas sombrías en medio de un lecho luminoso. La *Vía láctea* no es otra cosa que una inmensa nebulosa, que vemos extenderse alrededor del cielo. Observándola con el telescopio vese distintamente por estar formada de un asombroso conjunto de pequeñas estrellas: ¡millones y millones! En un pequeño espacio de la *Vía láctea* apenas mayor que la amplitud de la Luna, se ven con el telescopio centenares de veces más estrellas que todas cuantas distinguen nuestros ojos en la inmensidad del cielo!

Distancias de las estrellas.—Como hemos dicho, las estrellas son soles, tan grandes, tan ardientes, tan luminosos como el nuestro; pero es tal su distancia que nos parecen débiles centellas, pequeños brillantes en la *bóveda aparente* del cielo.

No he de recordaros que en realidad no existe esta bóveda, y que lo negro del cielo es el espacio sin límites en que giran la Tierra y los planetas, donde está el Sol, y á través del cual nuestra mirada húndese sin obstáculo para llegar á las estrellas, mucho más lejanas aún. Tal vez os imaginéis que las estrellas están todas ordenadas en el espacio á la misma distancia de nosotros, de tal manera que por su disposición circular forman la apariencia del contorno de una bóveda. No es así: creemos

verlas todas á la misma distancia, porque nuestros ojos no pueden juzgar de la diferencia de su alejamiento. En realidad, hállanse á distancias muy diferentes, pero siempre enormes. Figuraos, pues, las estrellas como sembradas,



Fig. 109.—Una pequeña parte de la Vía láctea vista al telescopio

diseminadas en el espacio, aquí una, allá otra y más lejos otras aun, inmensamente alejadas entre sí. La más cercana á nosotros está á una distancia asombrosa... Sabéis ya que de aquí al Sol hay 149 millones de kilómetros. Para ir hasta *Neptuno*, el planeta más lejano, habría que recorrer un camino 30 veces mayor, lo cual ya es enorme. Pues bien, podríais reco-

rrer con la imaginación, no ya 30 veces, ni 100, sino 1.000, 10.000, 100.000 veces la misma distancia en todos sentidos á nuestro alre-
dor sin encontrar ninguna estrella. La más cer-
cana está aún mucho más lejos que todo esto.

¡ Entonces nosotros, con nuestro Sol y todo su *sistema*, estamos aislados en el espacio, como perdidos en medio de un inmenso desier-
to!—Indudablemente, y entre las mismas es-
trellas hay distancias parecidas.

Veamos de forjarnos una idea de ello. Para ir de aquí á la estrella más cercana, hay que imaginar á través del cielo una distancia, ¿qué os diré? 226.000 veces mayor que la que hay de aquí al Sol; 226.000 veces 149.000.000 de kilómetros. ¡ Y sólo la estrella más pró-
xima! La que sigue está aún dos veces más lejos. ¡ Y en cuánto á las otras!...

Pero veamos si hay algún medio para darnos cuenta exacta de estas distancias. Una bala de cañón que según dijimos emplearía 10 años para ir de la Tierra al Sol, invertiría para lle-
gar á la estrella más cercana algo así como 2 millones de años. En cuanto á la luz, de la cual os hablamos á propósito de Júpiter, y que reco-
rre 300.000 kilómetros por segundo, nos llega del Sol en ocho minutos; de Júpiter en unos cuarenta minutos y en cuatro horas de Neptu-
no. Pues bien, para venir de la estrella más próxima de la cual hablamos hace poco, in-
vierte *tres años y ocho meses*—¡ tres años y ocho meses viajando á razón de 300.000 kiló-
metros por segundo! ¡ 25₂000.000₁000.000 de kilómetros! Y no olvidéis que se trata de la

estrella más próxima.—La estrella más brillante del cielo, *Sirio*, de la cual hemos hablado en el capítulo precedente, se halla aún entre las más cercanas, separándonos de ella una distancia 1.300.000 veces mayor que la que media entre el Sol y la Tierra ; 200 mil billones de kilómetros!... Su luz emplea 22 años en atravesar el espacio y llegar hasta nosotros.

La luz de la *estrella polar* llega al cabo de cincuenta años: si la miráis cualquier noche de este año, el rayo que lleve á vuestros ojos habrá partido de la estrella hace medio siglo, mucho tiempo, tal vez, antes de vuestro nacimiento. Hay estrellas tan alejadas de nosotros, que su luz llega aquí al cabo de centenares de años, y otras más alejadas aún, las que forman la vía láctea, por ejemplo, cuyo rayo viaja durante mil, dos mil, diez mil años, antes de llegar á nuestros ojos. Y en cuanto á las *nebulosas*, grupos de estrellas, ó cúmulos de vapores, algunas se hallan á tan enormes distancias que su luz emplea *millones de años*.

Si las vemos hoy, podemos asegurar que existen hace millones de años, y que su luz *marcha* durante todo este tiempo para llegar hasta nosotros.

Naturaleza de las estrellas.—Las estrellas son soles... lo cual significa que nuestro Sol es también una estrella, entre las estrellas del cielo, y no de las más brillantes: es una de las que forman la vía láctea. Vista desde una distancia parecida á la que nos separa de las estrellas, nuestro Sol se nos aparecería como un puntito luminoso, confundido entre los otros.

Las estrellas son soles... «Entonces, se os ocurrirá preguntar, ¿tienen también *Tierras*, planetas que giran á su alrededor?»—Indudablemente, al menos por lo que se refiere á la mayoría de ellas. «¡Ah! ¿Y habría habitantes en esos planetas?»—Es muy posible; porque, ¿puede concebirse que de esos millones y billones de soles, *uno solo*, y precisamente el nuestro, tuviera planetas girando á su alrededor, ó que de todos esos planetas, *uno solo*, cabalmente el nuestro, nuestra bolita, una imperceptible partícula de polvo en la infinidad del cielo, tuviera habitantes?

La mayoría de las estrellas, son indudablemente centros de *sistemas* muy parecidos á nuestro *sistema solar*. Hay estrellas cuya luz es *coloreada*: pues bien, los mundos á los cuales iluminan tienen un sol azul, rojo ó verde, y el día es en aquellos planetas verde, rojo ó azul respectivamente. Hay otros sistemas que tienen en su centro estrellas dobles, triples ó cuádruples, de modo que tales mundos tienen dos, tres ó cuatro soles de diferentes colores, girando unos en torno de los otros, con días alternativamente rojos, azules, verdes y blancos. ¡Qué asombrosa complicación de movimientos, que *órbitas* de forma irregular deben tener con planetas dominados por varios soles! ¡Cuánta variedad reina en el universo! ¡Cuán poco conocemos aún de todo ello! ¡Ah, cómo se ensanchan los horizontes de nuestra imaginación y de nuestra inteligencia cuando pensamos en todas estas cosas: el universo infinito, los mundos por millones, por billones!...

Por otra parte, si las estrellas nos parecen *fijas, inmóviles*, débese á una ilusión de nuestra vista. Las estrellas no son inmovibles, antes bien se mueven, giran en el espacio con rapidez; pero están tan lejos, es tan rápido su cambio de lugar, y el *camino recorrido* tan imperceptible, que parecen *fijas*; hay que observarlas con precisión extremada para advertir su movimiento. Nuestro Sol muévase también á través del espacio arrastrando consigo la Tierra y todos los planetas: tenemos la prueba de ello. Todo *se mueve* en el universo: todo cambia y se transforma. Sólo hay *inmutable* las *leyes de la naturaleza*, y la *Causa eterna*, cuyos *efectos* mudables y pasajeros son las cosas que vemos.

LECCION VIGESIMA

EL CALENDARIO

Utilidad del calendario.—Antes de terminar, es conveniente que consagremos nuestra última lección á un asunto de utilidad práctica, resultado inmediato de la observación del cielo. El conjunto de reglas que sirven para fijar *la medida del tiempo* llámase *Calendario*. Como vais á ver esta medida es una consecuencia del estudio de los movimientos de la Tierra y de las apariencias de los astros, en una palabra, de la *Astronomía*.

Ya sabéis que la rotación de la Tierra sobre sí misma nos da la duración del día (con la noche que sigue). Se ha dividido esta duración en 24 partes iguales llamadas *horas*; cada hora en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos. La medida de esos pequeños espacios de tiempo que regulan nuestra vida, nuestros trabajos cotidianos, nos la proporciona, pues, uno de los movimientos de la Tierra. Por otra parte, la *revolución* de la Tierra alrededor del Sol produce las *estaciones* y su duración nos da el *año*. De esta suerte la medida de tales espacios de tiempo más largos, que sirve para regular los trabajos de los campos y nos per-

mite calcular las fechas de la Historia y la duración de nuestra propia existencia, nos la proporciona también otro movimiento de la Tierra.

Duración exacta del año.—Lo primero que nos importa conocer es la duración exacta del año. Este tiene, según hemos dicho 365 días, lo cual significa que en el tiempo de su revolución alrededor del Sol, la Tierra da 365 vueltas completas sobre sí misma. Si el año tuviera 365 días justos, estaría hecha muy pronto la cuenta: tantos años, tantas veces 365 días. Pero el año no tiene exactamente 365 días, sino 365 días 5 horas 48 minutos, 48 segundos, lo cual equivale á 365 días 6 horas ó 365 días y un cuarto. Vais á ver cuántas complicaciones causa este entremetido cuarto de día.

Supongamos desde luego que no tuviéramos en cuenta el cuarto y contáramos 365 días justos por año. Así hicieron los antiguos egipcios que eran, sin embargo, muy buenos astrónomos *para su tiempo*. En tal caso, nuestro año tendría algunas horas menos que el año natural. ¿Qué importa esto? preguntaréis tal vez. Vais á verlo.

Distinción entre el año civil y el año astronómico.—Contemos, por ejemplo, los días á partir de cierto momento del año, á partir, si os parece, del *equinoccio de primavera*, que en el año supuesto es el 21 de Marzo. Asignemos al año 365 días, es decir, un cuarto de día menos. Pero un cuarto de día cada año suma un día entero al cabo de cuatro años; por consiguiente, al cuarto año nos habremos retra-

sado de *un día*, y tomaremos el 21 de Marzo por equinoccio de primavera, cuando en realidad será el 22, puesto que hemos contado un día menos que lo debido. En *ocho* años la diferencia será de dos días, de cuatro en diez y seis años, y así sucesivamente. Siendo escaso el error en los primeros años, no nos daremos cuenta de él; pero al cabo de cierto tiempo, de cien años, por ejemplo, sumada la diferencia, nos encontraremos con 25 de retraso, un mes casi. Y cuando creamos, por la cuenta de los días, estar en el equinoccio de primavera, la Tierra tardará aún cerca de un mes para llegar á él.

No es esto todo. Al cabo de trescientos años, cuando el *almanaque* seguido de aquella forma señalará la primavera, estaremos en pleno invierno, y al cabo de siete siglos las estaciones serán contrarias á las indicadas por el calendario: y el verano caerá en Enero y el invierno en Julio. ¿Comprendéis la confusión, el desarreglo que ésto produciría? En lugar de servir para regular los trabajos de los campos, los aniversarios de las fiestas, tal almanaque sólo serviría para enredarlo todo. ¿Qué hacer pues?

Reforma juliana.—Días complementarios.—Año bisiesto.—Para remediar esta confusión, cada día más creciente, *Julio César*, dictador de la República romana, pidió consejo á un notable astrónomo llamado *Sosígenes*, el cual hizo la siguiente sencilla reflexión: puesto que cada año natural tiene un cuarto de día además de los 365, sumando este residuo un día completo al cabo de cuatro años, para compensar

este exceso precisa añadir *un día al cuarto año civil*, y así estaremos de acuerdo con el año natural al comenzar el nuevo. En efecto, tres años de 365 días y uno de 366 reunidos valen tanto como cuatro años de 365 días y cuarto.

Año civil		Año natural
1. ^{er} año.	365 días	365 $\frac{1}{4}$
2. ^o año.	365 »	365 $\frac{1}{4}$
3. ^{er} año.	365 »	365 $\frac{1}{4}$
4. ^o año.	366 (bisiesto)	365 $\frac{1}{4}$
	<hr/> 1461 días	<hr/> 1461 días (4 cuartos hacen un entero).

De esta manera la diferencia no fué ya en aumento. Este cuarto año al cual se añade *un día suplementario*, el año de 366 días, se llama año *bisiesto* por lo que veréis.

Hay que saber desde luego que en la antigüedad los romanos hacían comenzar el año en 1.^o de Marzo. Siendo *Marzo* el primer mes del año, *Abril* el segundo y así sucesivamente, *Septiembre* ocupaba el séptimo lugar, *Octubre* el octavo, *Noviembre* el noveno y *Diciembre* el décimo. Luego seguía *Enero*, y, en fin, *Febrero*, el último ó sea el mes duodécimo, sólo tenía 28 días. Cuando se añadió un *día suplementario* cada cuatro años, hizose, como era natural, al fin del año, es decir al fin de *Febrero*, y así ha continuado haciéndose. Por consiguiente, en el cuarto año, ó año bisiesto, *Febrero* tuvo 29 días en lugar de 28. Los otros tres años, los de 365 días, fueron designados con el nombre de *años comunes* (ordinarios, no

bisiestos). Pero los romanos eran un pueblo muy singular, y tenían ideas harto extravagantes. Así, por ejemplo, contaban los días *al revés* (hacia el fin del mes) y en lugar de decir 31 de *Marzo*, decían: *el primero antes de Abril*; en lugar del 30, *el segundo antes de Abril*; el 29, *el tercero antes de Abril*, y así sucesivamente. Otra idea igualmente absurda fué que habiendo siempre tenido *Febrero* 28 días, alterar la cuenta hubiera sido según ellos, un *sacrilegio*, y habría atraído graves desgracias... ¿Qué hacer pues? Imaginóse una cosa muy ingeniosa según vais á ver. Se convino en añadir el día, á condición de que *no fuera contado*, permaneciendo, por así decirlo entre los otros, entre el séptimo y octavo día antes del fin del mes. Pero túvose gran cuidado en no llamarle séptimo, porque entonces todo se hubiera perdido: llamósele sencillamente *dos veces sexto*, ó *bisextus* en latín. Y el año en que se contaba *dos veces el sexto* día antes del fin de *Febrero*, se llamó año *bisiesto*. Así se arreglaba todo y nada sabía el Destino... ¡Oh superstición!

Hemos conservado el día suplementario, que era útil para restablecer la cuenta, y lo hemos dejado al fin de *Febrero* conservando asimismo el nombre de *año bisiesto*. Pero no nos tomamos tantos trabajos para disimular el número, sino que contamos osadamente el 29 de *Febrero* cada cuatro años, sin que por ésto deje de girar la Tierra como de costumbre.

El *calendario reformado* de esta suerte con un día suplementario destinado á impedir el de-

sorden, fué llamado *calendario Juliano*, del nombre de quien ordenó la reforma (Julio César), cuarenta y seis años antes de Jesucristo; es decir, hace más de diez y nueve siglos.

Reforma gregoriana.—Pero la diferencia entre el año de 365 días y el año natural, *astronómico*, no es de un cuarto de día justo, de seis horas, sino de 5 horas 48 minutos 48 segundos, es decir, de un cuarto de hora menos que lo que habíamos contado. Por consiguiente, añadir un día entero cada cuatro años, es añadir demasiado, pues hace que nos adelantemos á la Naturaleza, de tal manera que al cabo de 128 años la diferencia es un día completo, nos adelantamos un día á cada estación, diferencia que se convierte en 10 días á los 1.280 años. Para restablecer el orden, que esta incesante diferencia había acabado por turbar considerablemente, el papa *Gregorio XIII* hizo lo que había hecho César: llamar á un astrónomo para que le diera consejo. Este sabio aconsejó que era preciso suprimir desde luego los 10 días contados de más desde los tiempos de Julio César, y luego quitar en adelante el día suplementario, que hace al año bisiesto, 3 veces en 400 años. Para más comodidad, escogióse el día bisiesto del *año secular* (que comienza el siglo) para suprimirlo tres veces consecutivas, dejándolo la cuarta vez. Así los años 1700, 1800, 1900, que según el antiguo sistema, hubieran sido bisiestos, no tuvieron más que 365 días según la nueva reforma; pero el año 2.000, ó sea el cuarto, perma-

necerá bisiesto. Este arreglo más perfecto, lleva el nombre de *reforma gregoriana*.

Hay una regla muy sencilla para saber si el año es ó no bisiesto, viendo si la cifra del año es divisible por 4 sin quedar residuo. Así por ejemplo, el año 1904 fué bisiesto.

Sin embargo, por la segunda reforma, suprimense los bisiestos de *los años seculares* tres veces cada cuatro, de modo que para saber si un año debe ser ó no bisiesto, precisa antes de dividirlo por 4, suprimir los dos ceros en que termina el número. Así el año 1800 no fué bisiesto, porque suprimidos los dos ceros, queda 18 que no es exactamente divisible por 4. Tampoco lo fué el 1900, pero sí lo será el 2.000, porque quitando los dos ceros queda 20, que es divisible por 4 sin dejar residuo.

El mes.—La duración de una *lunación*, ha dado ya idea de este período de tiempo al cual llamamos *un mes*. Pero durando la revolución de la Luna sólo veinticinco días, no resultaba un número exacto de meses en el año, lo cual era muy incómodo, y obligó á renunciar á seguir el curso de la Luna, dividiendo el año de doce meses, unos de 31 y otros de 30 días con excepción de Febrero.

Como se comprende, puede comenzarse donde se quiera á contar los días del año. Los romanos, según hemos dicho, comenzábanlo en 1.º de Marzo, de modo que el séptimo mes era *Septiembre*; *Octubre* el octavo, *Noviembre* el noveno, *Diciembre* el décimo como indica la significación de esos nombres. Los otros meses del año eran también designados primitivamen-

te, según su rango (primero, segundo, tercero, etc), pero más tarde cambiósese el nombre, dándose al primer mes el del *dios de la guerra, Marte*, muy venerado entre los romanos, como grandes luchadores que eran. *Abril* deriva de una palabra que significa *abrir*, pues en este mes brotan los gérmenes de las plantas, y se entreabren los capullos para que salgan las flores. *Mayo* estaba consagrado á la diosa *Maya*. *Junio* es el nombre alterado de *Juno*, que era también una diosa. *Enero* ha tomado el nombre del dios *Jano*; *Febrero*, de *Februo*, el dios de los muertos. En fin, más tarde dióse por adulación el nombre de *Julio César* al quinto mes (en español *Julio*); y el de *Augusto*, otro emperador, al sexto, que en español es *Agosto*. Otros emperadores quisieron también dar sus nombres á otros meses, pero no pudieron lograrlo. Desde entonces se ha cambiado varias veces el principio del año; hasta que, ignórase la razón de ello, se fijó en el 1.º de *Enero*, en pleno invierno, bien que conservando por rutina, por hábito, y más ó menos desfigurados, los nombres de los meses puestos por los romanos. He aquí por qué varios de nuestros meses llevan el nombre de antiguos dioses en los que nadie cree y que ni siquiera eran los de nuestros antepasados. En cuanto á los meses que han conservado sus nombres derivados de su número de orden, el absurdo es aun mayor, porque comenzando el año en *Enero*, *Septiembre*, que significa séptimo, es el noveno; *Octubre* es el décimo en vez del octavo; *Noviembre* el oncenno y *Diciembre* el

duodécimo, contra lo que tales nombres significan.

Días de la semana.—Este período de siete días que llamamos semana es también de origen muy antiguo. Hace miles de años que los hombres han observado *siete astros* que cambian rápidamente de lugar en el cielo, mientras las estrellas parecen fijas: son aquellos, el Sol, la Luna, y los cinco planetas entonces conocidos, todos los cuales llevaban los nombres de los dioses de aquellos tiempos á quienes se consagraron los días de la semana. Hemos conservado aquellos nombres tal cual eran entre los romanos, y en las palabras que sirven para designar nuestros días reconoceréis, más ó menos desfigurados, los nombres de la Luna y de los planetas:

Lunes..	<i>Lunæ</i>	<i>dies</i>	día de la <i>Luna</i> .
Martes..	<i>Martis</i>	»	día de <i>Marte</i> .
Miércoles.	<i>Mercurii</i>	»	» » <i>Mercurio</i> .
Jueves.	<i>Jovis</i>	»	» » <i>Júpiter</i> .
Viernes.	<i>Veneris</i>	»	» » <i>Venus</i> .
Sábado.	<i>Saturni</i>	»	» » <i>Saturno</i> .

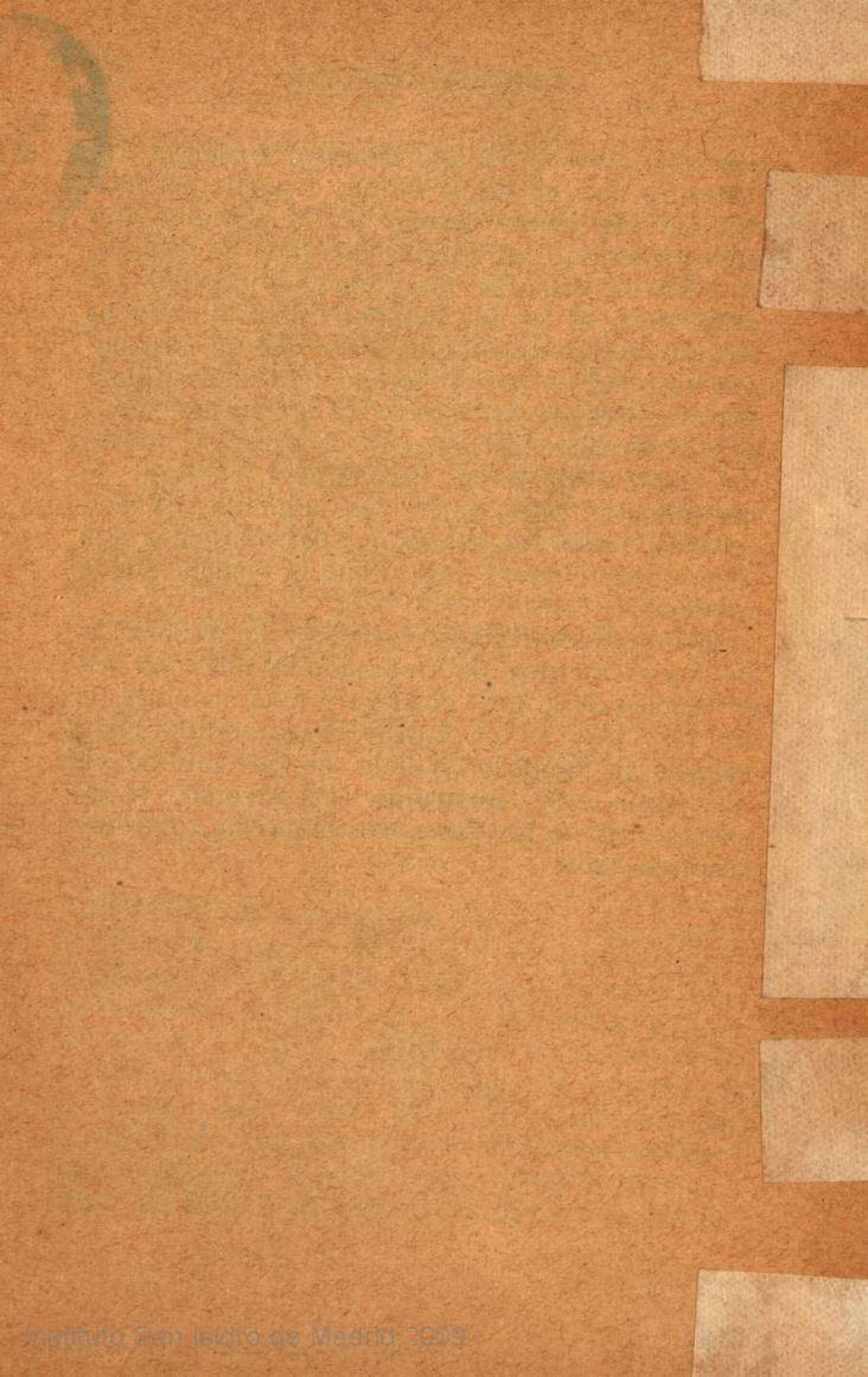
El primer día era el *día del Sol*, *Solis dies*; designación que conservan aún los ingleses, los alemanes, etc., (Sunday, Sontag). Nuestra palabra *domingo*, viene de *dies dominica*, y significa *día del Señor* (*Dominus* en latín). En un año común, hay 52 semanas y un día (pues 52 veces 7 sólo hacen 364). El último día de un año ordinario lleva, pues, el mismo nombre que el primero. De suerte que en cada año común, las fechas del mes adelantan un día en la

semana; pero en el año bisiesto, teniendo Febrero 29 días en lugar de 28, á partir del último día las fechas ganan en la semana aun otro grado, lo cual implica dos días de diferencia. Estos cálculos tan sencillos pueden ser muy útiles, si en un momento determinado os encontráis sin almanaque. Para que un almanaque responda á su objeto, no sólo debe indicar los nombres de los días y de las fechas, etc., si que también las horas de la salida y puesta del Sol y de la Luna, los eclipses, el lugar de los planetas principales, los cometas, en una palabra, todos los *fenómenos astronómicos* que deben ocurrir en el año, y que la ciencia puede predecir.

Esta última lección completa la exposición de los elementos de Astronomía que son los principios de la más positiva y más absoluta de las ciencias; si los habéis comprendido bien, sabréis ya donde os halláis, en qué mundo vivís, cómo está construído el Universo, y poseeréis una de las bases esenciales de toda instrucción seria.

FIN







« Precio: 2 reales »



