

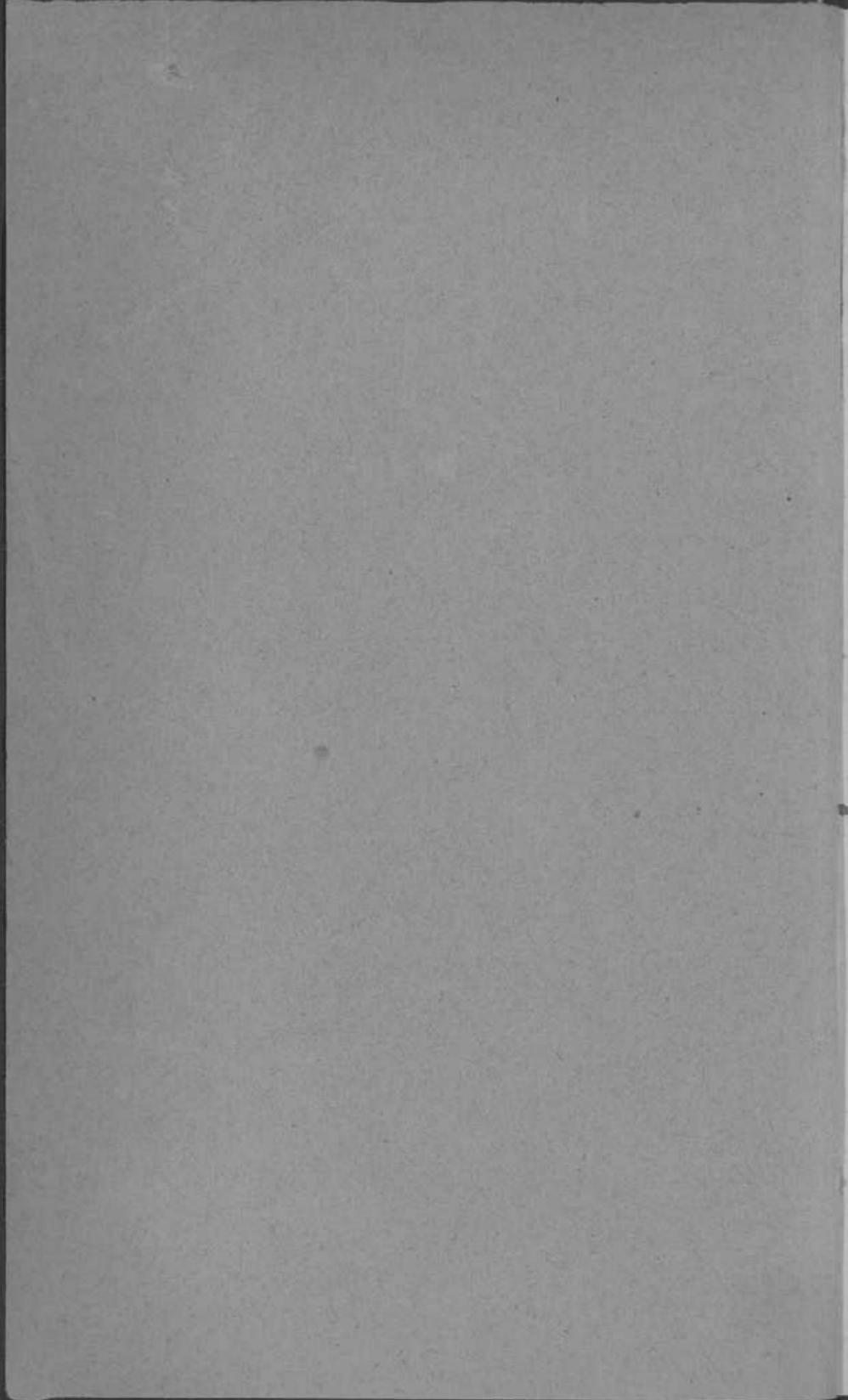
15107

23

68

10

11



BIBLIOTECA
CIENTIFICA RECREATIVA.

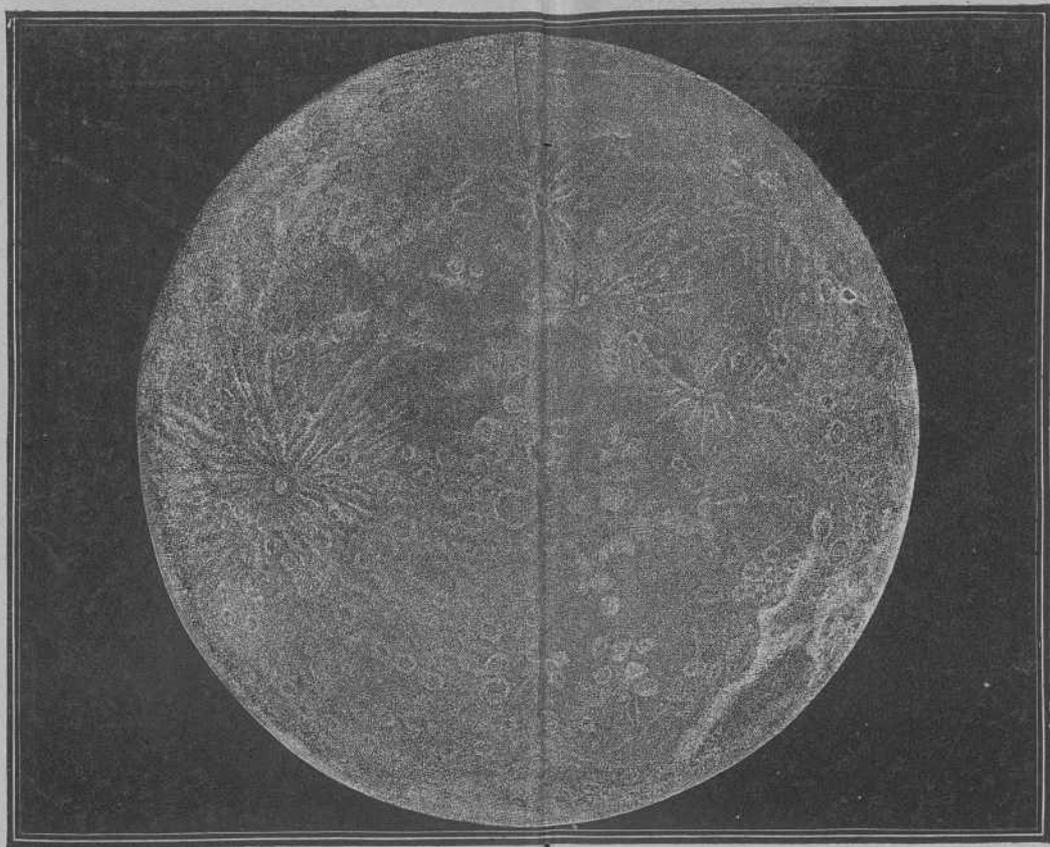
LA LUNA.

BIBLIOTECA

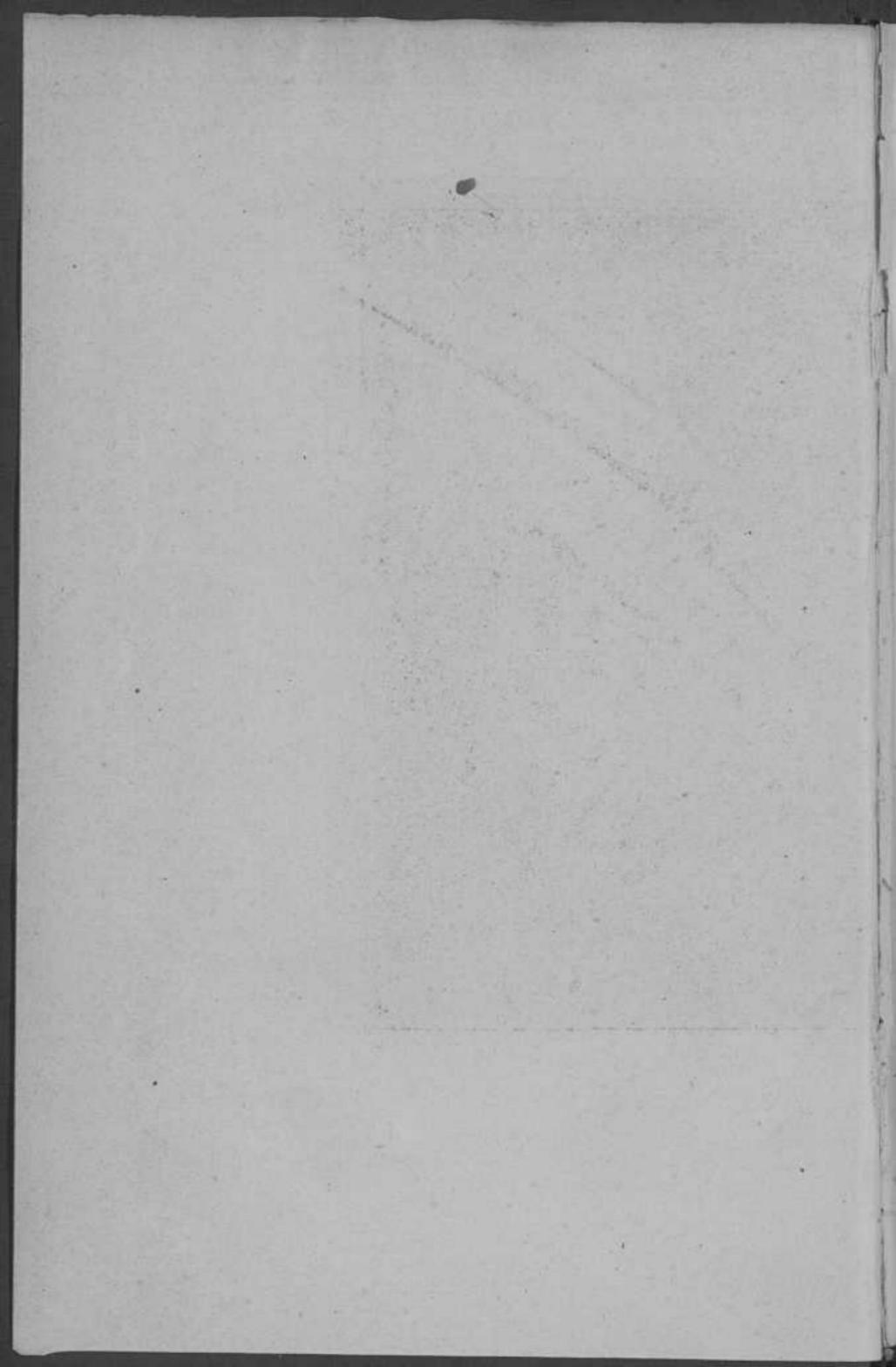
SCIENTIFICA REGIONALE

L. A. LUNA





LA LUNA EN SU LLENO.



LA LUNA

POR

AMADEO GUILLEMIN.

VERSION ESPAÑOLA

POR

D. JOSE PASTOR DE LA ROCA.



MADRID

IMPRENTA DE GASPAR Y ROIG,

EDITORES.

LA LUNA

MANAGER

1880

1880



INTRODUCCION.

Habrá como treinta años (1) que un mistificador, abusando de la credulidad del público, dió a luz un folleto destinado a producir una impresion profunda.

Tratábase nada menos que del descubrimiento de los habitantes de la Luna, habitantes a quienes Herschel, auxiliado de un telescopio de monstruoso alcance, habia visto, yendo y viniendo, sus movimientos, sin sospechar que tenian por testigo a cien mil leguas de distancia, a un habitante del planeta vecino, mas curioso y afortunado, ciertamente, que sus mil millones de compatriotas.

El autor de esa relacion hiperbólica, hecha como es de suponer sin conocimiento del ilustre astrónomo, daba todos los detalles, bastantes para edificar a sus lectores, sobre la exactitud de los hechos de que se constituyera en historiador. Dimensiones de los instrumentos, colocacion de los aparatos, descripcion minuciosa de los animales, de la vegetacion y de los hombres, en fin, de la Luna; nada faltaba. El suceso tenia efecto en el cabo de Buena Esperanza, donde se sabia de p -

(1) Téngase presente la fecha de 1866, en que escribia el autor.

blico que Herschel verificaba sus observaciones por entonces.

Grande fue la impresion que esto produjo en el público, predispuesto siempre á acoger con entusiasmo las mas atrevidas é inverosímiles novedades, al paso que, indiferente y frio, cuando se trata de los mas fecundos y positivos descubrimientos.

Llegó á tal punto la preocupacion, que el mismo Arago se vió obligado á ir personalmente á dar en plena Academia un formal mentís al autor de esta mistificacion y á todos aquellos que inocentemente se habian constituido de buena fe en sus propagandistas; y esto produjo el efecto de un chorro de agua fria sobre aquel ardiente entusiasmo que tanta analogía guardára con el que habia despertado tres siglos y medio antes, próximamente, las relaciones de Cristóbal Colon y de sus compañeros, sobre el descubrimiento del Nuevo Mundo.

¿Qué mundo, pues, mas digno de conquista que el de la Luna, ese astro tan próximo á nosotros, como que parece lo que pudiéramos decir un apéndice, una miniatura de la tierra? Ahí está, separado de nuestro globo por una ceñena de millares de leguas, acompañándole incesantemente en su viaje de circunnavegacion anual, como atraído por un lazo invencible de simpatía, volviendo siempre hácia lá tierra la misma faz, unas veces sombría, otras luminosa, pero no empañada jamás por nube alguna, como invitándonos á adivinar esta esfinge celeste. Los dos astros reciben en comun la misma luz, y cambian á su vez tambien sus rayos por la noche.

Cien mil leguas hemos dicho; y, ¿que supone una

distancia tal, comparada con los abismos del universo visible, con las dimensiones del sistema solar, de esa familia de astros que se estrecha en derredor del padre comun, de ese cuerpo central, de quien reciben el calor y la luz? Esa cifra representa menos de la milioctogésima parte del intervalo comprendido entre la Tierra y Neptuno, menos de la millonésima parte de la distancia que nos separa de la estrella mas próxima de nuestro mundo. ¿Cómo resolverse á ignorar lo que es la Luna, cuando se considera que no nos separa de ella sino una distancia igual á diez veces la circunferencia de la Tierra?

Ese viaje, sin embargo, que tanto halaga á la imaginacion está vedado para el hombre, y así se esplican las tentativas, tantas veces repetidas sin éxito, de ciertos génios de inventiva, dispuestos siempre á sustituir á una realidad materialmente inaccesible, los rasgos atrevidos de su fantasía y de sus delirios. En la imposibilidad, pues, de conocer, esfuérganse en adivinar.

Pero no es de ilusiones quiméricas de lo que puede alimentarse la curiosidad humana; y si algunas veces, en determinados casos, se nutre de hipótesis, es porque esas mismas hipótesis han sacado de los hechos reales y positivos una dosis de realidad suficiente. La ciencia, únicamente se halla en estado de suministrar esos hechos; es, pues, á la astronomía á quien hay que preguntar, para saber lo que es la Luna, y para penetrar en cuanto sea posible los secretos de su estructura y los de su constitucion fisica.

Los medios de exploracion que los adelantos de la óptica han puesto al alcance de los astrónomos son muy

limitados por desgracia, si bien, como ya veremos mas adelante, la habilidad de los observadores, su larga paciencia y sus laboriosos estudios han suplido, en verdad, en muchos puntos la imperfeccion de los instrumentos y su insuficiencia; el génio del espíritu de induccion y del análisis ha hecho el resto.

Los telescopios, aun á pesar de su potencia, y cuyo efecto ha exagerado ordinariamente el vulgo, apenas permiten al ojo humano aproximarse al globo lunar, á menos de sesenta ú ochenta leguas. Es bien posible un abultamiento mas considerable en los objetos, indudablemente, pero en tal caso la falta de nitidez y de luz neutraliza el beneficio de esa aproximacion mayor; y, hé ahí como padecen una ilusion palpable los que creen en la posibilidad de alcanzar á percibir séres vivientes, árboles y edificios en la superficie del satélite de la tierra. Los telescopios susceptibles de recibir los lentes que aumentan seis mil veces las proporciones de un objeto—, esos son los de mayor alcance que se han construido—, aplicados, si fuera posible, á la observacion de la Luna, nos mostrarian su superficie, aun en las mas favorables circunstancias, á quince leguas de distancia de nuestra vista; y aun así, los mas corpulentos animales terrestres nos serian totalmente invisibles, y mucho mas los hombres, si es que acaso existen en la Luna, y si tienen nuestra misma estatura. En esa hipótesis, no realizada todavía, repito, pudieran, cuando mas, distinguirse las grandes masas, como los bosques y las grandes construcciones monumentales.

Y, sin embargo, aun á pesar de esos obstáculos, que los adelantos de la óptica harán acaso desaparecer algun dia, la Luna nos es ya maravillosamente conocida, no

solamente en sus movimientos, en su forma y en sus dimensiones, elementos puramente astronómicos, comprobados con una grande precision mucho tiempo há, sino tambien respecto á la estructura de su suelo, cuyos detalles geográficos se nos han revelado con tal exactitud, que supera, á la de ciertas vastas regiones, no muy exploradas de nuestro planeta. La geología y la metereología lunares están estensamente bosquejadas, y si todavia dejan bastante que desear, si el campo de las congeturas es aun vasto en este punto, podemos ya siquiera formarnos una idea aproximada de los fenómenos físicos, de los cuales ha sido y viene siendo teatro nuestro satélite.

Considerado bajo este punto de vista, la Luna es un mundo extraordinario.

Los dias y las noches se suceden en ella alternativamente como aquí en la tierra; pero la duracion de unos y otras es tan diferente; que de esta diferencia resultan contrastes de luz y de temperatura que la ausencia del agua y de la atmósfera hacen aún mas sorprendentes: mientras que, en cambio, la variacion de estaciones es, por decirlo así, desconocida.

¿Qué diria un habitante de la Tierra si fuera trasportado repentinamente á la superficie de la Luna? ¿Cuál seria su asombro ante el espectáculo tan singular que se ofreceria á su vista?... La configuracion del terreno, todo cubierto de enormes asperezas, cuya altura no cede á veces á las mas altas montañas terrestres; surcado por doquier de profundas aberturas circulares, erizado de picos abruptos; el aspecto del cielo, donde brillan las estrellas en pleno dia, destacándose sobre una bóveda enteramente negra; el áspero contraste de la luz

y de las sombras, el eterno y perdurable silencio que reina en esas desoladas regiones, el rigor de la temperatura, ya tórrida, ya glacial, las condiciones anómalas que resultan de tal constitucion física, para la existencia de los séres organizados, si es que aún es posible la vida en semejante medio; todo esto se reuniria para confundir en el observador las nociones que su permanencia, aquí en nuestro globo terrestre, le habia hecho mas familiares.

Tal es, pues, en su conjunto el mundo que nos proponemos descubrir.

¿Necesitamos decir cuál es el interés á que obedece una exploracion de esta índole? Aunque no tuviera mas objeto que satisfacer en parte esa sed de curiosidad de que todos estamos poseidos en diferente escala, y que impele á atrevidos viajeros, aun al través de todos los obstáculos y de todos los riesgos, á la exploracion de las regiones desconocidas de nuestro globo; esto bastaria á justificar á nuestros ojos la publicacion de la presente monografia astronómica.

Pero la ciencia, en concepto nuestro, tiene una mision mucho mas elevada. Estudiando los grandes problemas que la naturaleza presenta incesantemente al pensamiento, penetrando á fuerza de trabajo el secreto de las leyes eternas, nos permite beber en el manantial vivo donde se alimentan la imaginacion y la poesia, iniciándonos en la armonia del Gran Todo, cuyo esplendor anhelamos comprender, cifrando en ello nuestra mayor gloria. A la necia vanidad que empujara al hombre hasta considerarse como el eje y como el centro del universo, sustituye el noble orgullo de haber sabido asignarse su verdadero sitio, comprendiendo su mision

y empleando en su cumplimiento el exacto conocimiento de las leyes, que no puede violar, y contra las cuales no alcanza impunemente á rebelarse. De todas las ciencias naturales, ¿no es acaso la Astronomía la que nos suministra mas enseñanzas sobre este punto?

Sin embargo, nosotros no somos todo imaginacion ni todo sentimiento; necesitamos conocimientos, á fin de poder desarrollar nuestra inteligencia y reglamentarla, bajo el yugo imperioso de los métodos positivos, para evitar los estravíos de la pasion y del sofisma; las ciencias naturales tienen, bajo este concepto—nadie lo desmentirá por cierto—, una eficacia admirable.

De todos los astros que se abren paso con sus brillantes fuegos al través de las transparentes capas de nuestra atmósfera, la Luna, es el que por su proximidad misma ha exigido mas esfuerzos para la completa inteligencia de sus movimientos. Las menores perturbaciones en los elementos de su órbita se han hecho sensibles por la frecuencia de sus revoluciones; frecuencia que está en relacion con su proximidad. Así es, que el movimiento de la Luna fue lo que facilitó al inmortal Newton los elementos del gran problema que resolvió, y así es, tambien, que nuestro satélite le reveló el secreto de la gravitacion de los astros, los unos sobre los otros, y el de la identidad de esa fuerza general con la gravedad. Todas las desigualdades lunares han hallado sucesivamente su razon de ser en ese principio universal, en términos, que lo que al principio parecia una especie de derogacion de la ley, se ha probado luego ser la mas absoluta confirmacion de esa ley misma.

Tales esfuerzos del génio, á los cuales van unidos los nombres de los mas célebres astrónomos de los tiempos

modernos, no debian quedar sin recompensa. Dijimos que sólo la curiosidad era un estímulo de una legitimidad suficiente para la investigacion astronómica, y ahora vamos á ver cómo, á los que buscan la verdad, ante todo, se les da lo demás por añadidura.

El conocimiento, cada vez mas riguroso de la teoria de la Luna es de esto un testimonio brillante. Merced á las tablas astronómicas, calculadas para indicar las posiciones sucesivas del disco lunar sobre la bóveda estrellada, los marinos y los viajeros pueden hoy hallar con exactitud su situacion en el mar y determinar la ruta de su rumbo. La inmensa distancia de las estrellas hace que sus distancias aparentes de la Luna varien, segun la posicion del observador en la superficie del globo terrestre. Nuestro salélite—se ha hecho despues de mucho tiempo esta comparacion—; se ha encontrado ser como una aguja movable, marcando la hora en el inmenso cuadrante del cielo, sin que pueda temerse en los rodajes del reloj variacion alguna, ningun desarreglo imprevisible. ¿No es éste, acaso, un empleo magnífico de los conocimientos científicos adquiridos á costa de un trabajo impropio?

La Luna, no obstante, nos toca aun mucho mas de cerca. Su masa, en combinacion con la del Sol, levanta periódicamente las capas fluidas de los mares, pasea la onda por la superficie del globo al compás y medida de su propio movimiento y de la rotacion de nuestro mundo, produciendo de esta suerte el fenómeno de las mareas, tan interesante, como que el que ignora la causa de esos movimientos no puede prever sus variaciones, que tan directamente interesan á la navegacion marítima, á las costas del Océano y á sus puertos. Desde que

la teoría de las mareas no es mas que un corolario de la de gravitacion, se ha calculado de antemano la intensidad del fenómeno, previendo de esta suerte, por medio de tan apreciables indicaciones los momentos favorables de la entrada y salida de los buques.

Indudablemente la ciencia no ha dicho todavía su última palabra sobre estas cosas, restándole mucho por hacer; pero lo hecho hasta hoy demuestra que la Astronomía, tan interesante, bajo el punto de vista intelectual, tan grandiosa cuando la vemos revelarnos la armonía de los mundos, es tambien muy importante por su utilidad social.

En la presente obrita, entiéndase bien, no son la teoría y sus magníficos desarrollos los que tenemos la pretension de exponer; solo nos detendremos en los resultados y en las curiosas deducciones que deben desprenderse de ellos. En cuanto al estudio preciso de las leyes astronómicas, no es posible sino por medio de los métodos vigorosos empleados en las ciencias matemáticas, y los que quieran conocerlas á fondo, deben recordar la frase de Arquímedes: «no hay camino real en geometría.»

Con todo, es bastante amplio el campo que nos queda. Al estudiar la Luna, bajo el punto de vista casi esclusivo de su constitucion física, aun podremos recoger una abundante cosecha de observaciones curiosas. Sin inventar nada, sin presentar ninguna hipótesis mas que como conjetura, sin asentar la planta sobre el terreno, siempre peligroso de la fantasía, emprenderemos y haremos á la vez emprender al lector (al menos así lo esperamos), uno de los mas estraños y singulares viajes que haya podido realizar el hombre en la tierra.

LA LUNA.

CAPITULO PRIMERO.

LA LUNA A LA SIMPLE VISTA.

I.

Las fases de la Luna.

Sabido es de público lo que significa eso que entienden los astrónomos por las *fases* de la Luna (1), ó sea las apariencias variadas que presenta el disco lunar durante el intervalo de veinte y nueve días y medio próximamente, y que se reproducen periódicamente por el mismo orden. Ese período se llama *lunacion* ó *mes lunar*, principiando y concluyendo en el momento de la *Luna nueva*, cuando nuestro satélite en conjunción con el Sol, ha desaparecido entre sus rayos.

Entre los antiguos, el curso ordenado de la Luna llegó á marcar la primera división natural del tiempo, al paso que la duración del año no era conocida con una exactitud matemática; y así es que en la historia de todos los pueblos hallamos consignada la costumbre de

(1) La palabra *fase* viene del griego φασος, que tiene la misma etimología que el verbo φαίνομαι, aparecer, brillar.

celebrar la *Luna nueva* ó Neomenia con sacrificios y oraciones. Como quiera que la Neomenia (1) servia de punto de partida para ordenar las asambleas, las solemnidades y los juegos públicos, y no se contaba la lunacion hasta el dia mismo en que aparecia visible el astro; «á fin de percibirlo con facilidad, reuníanse los observadores en una altura; y cuando aparecia visible ya el creciente, celebrábase la Neomenia, ó el sacrificio del nuevo mes, seguido de fiestas ó de banquetes. Las Lunas nuevas que coincidían con la renovacion alterna de las cuatro estaciones, eran las mas solemnes.» (De Lalande.)

En nuestra época ha desaparecido toda huella de estas ceremonias (2), por lo menos entre los pueblos civilizados, por mas que, segun veremos mas adelante, no se hayan disipado aún por completo las preocupaciones producidas por la pretendida influencia de las fases lunares.

Sigamos pues la marcha de la Luna en uno de sus períodos, y notemos los diversos fenómenos que acompañan á cada una de sus fases.

Suele decirse *Luna nueva* cuando nuestro satélite no es visible durante el dia ni durante la noche.

La causa de esa invisibilidad, segun acabamos de decir, consiste en la misma situacion de la Luna, muy próxima en la apariencia al sitio que el Sol ocupa en el cielo. Entonces vuelve hácia la Tierra su hemisferio oscuro, que se halla envuelto entre los deslumbradores rayos

(1) Los latinos daban á la *Luna nueva* el nombre de *Luna silens* ó *sitiens*.

(2) Entre los mahometanos, el fin del ayuno ó cuaresma del Ramadan, se halla fijado hácia la época de la Luna nueva en que principia el Beiram, ó mas bien en el instante de la primera aparicion del creciente lunar.

del astro. Esta ocultacion de la Luna dura dos ó tres dias; pero el momento exacto de la *Luna nueva*, cuya indicacion consta en los anuarios astronómicos tiene lugar cuando la Luna y el Sol se hallan precisamente á igual longitud, y dicese entonces que está *en conjuncion* la Luna.

El segundo y tercer dia despues de ese instante (1), y un poco despues de la puesta del Sol, se vé aparecer la Luna bajo la forma de un creciente muy desarrollado, cuya convexidad mira hácia el punto donde se encuentra el Sol mas abajo del horizonte.

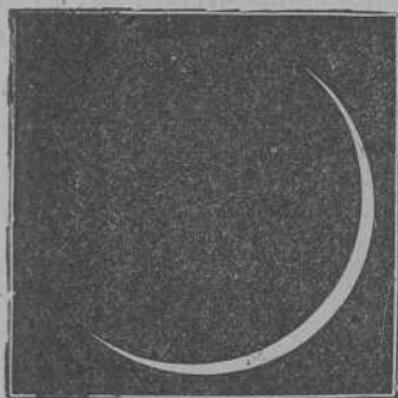


Fig. 1—Primera fase de la Luna; luz creciente.

Puede percibirse bien distintamente entonces toda la parte oscura del disco lunar, cubierto de un matiz muy

(1) Hevelio asegura no haber observado jamás la Luna mas pronto que á las cuarenta horas despues de la conjuncion y veintisiete horas antes; de suerte que la duracion mínima de su desaparicion es de sesenta y siete horas, ó sea poco menos de tres dias. Esta duracion varia segun los climas y segun la latitud de la Luna.

lijero y casi trasparente: esta luz, mucho menos intensa que la de la parte aclarada, proviene, como veremos luego, de la reflexion de los rayos solares en la superficie de la Tierra.

Arrastrada por el movimiento diurno, la Luna desaparece al punto en el horizonte occidental, reproduciéndose al dia siguiente el fenómeno, si bien el creciente ya está menos desarrollado, la parte luminosa es mas ancha; y la Luna, mas alejada del Sol, *se pone* tambien poco mas tarde que la víspera.

El cuarto dia despues de la Luna nueva, la forma y la apariencia de nuestro satélite, que se pone tres horas escasamente despues del Sol, son las que representa la figura 2.^a La luz cenicienta es aun bastante sensi-

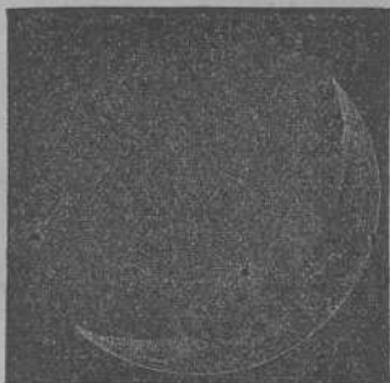


Fig. 2.—Cuarto dia de la Luna.

ble, aunque va disminuyendo progresivamente, para desaparecer por completo en la fase siguiente, á la que suele llamarse *primer cuarto*, y entonces se dice que la Luna está en *dicótomo*, ó sea dividida en dos partes iguales.

Entre el sétimo y octavo día de la Luna es cuando se nos presenta bajo la forma de un semicírculo parcial-



Fig. 3.—La luna en su primer cuarto.

mente visible durante el día, y al cual el movimiento diurno no trae al meridiano sino unas seis horas



Fig. 4.—Entre el primer cuarto y el plenilunio.

próximamente después del tránsito del Sol por el mismo; en cuyo momento distínguese con una gran ni-

tidez las manchas ó partes oscuras del semicírculo luminoso.

Entre el primer cuarto ó cuarto creciente y la Luna llena trascurren nuevamente siete dias, durante los cuales la forma de la parte luminosa aproximase cada vez mas á la de un círculo completo (fig. 4.^a). La Luna sale y se pone cada vez mas tarde durante este intervalo, pero volviendo siempre hácia el Occidente la parte circular de su disco; y finalmente, quince dias despues de la Luna nueva, nos presenta su forma en el plenilunio completamente iluminada.



Fig. 3.—El plenilunio.

Entonces la hora de su salida viene á coincidir con la puesta del Sol, el cual elevase á su vez de nuevo al dia siguiente cuando se pone la Luna. Esta llega al punto culminante de su carrera, ó, hablando en lenguaje astronómico, á la altura del meridiano, á la media noche, precisamente al mismo tiempo que pasa el Sol mismo bajo del horizonte al meridiano inferior; de suerte

que relativamente á la Tierra, la Luna se encuentra precisamente en oposicion del Sol.



Fig. 6.—Declinacion de la Luna.—Entre el plenilunio y el primer cuarto

Desde la época del plenilunio hasta la Luna nueva siguiente (esta segunda mitad de la lunacion se llama



Fig. 7.—Declinacion de la Luna.—Ultimo cuarto.

declinacion ó cuarto menguante), la forma circular de la parte iluminada del disco decrece progresivamente



Fig. 8.—Declinacion de la Luna.—Entre el último cuarto y el novilunio. Luz cenicienta.

y concluye por presentarse como al principio de su curso, como un creciente bastante desarrollado; pero



Fig. 9.—Ultima fase de la Luna. Luz cenicienta.

entonces volverá en lo sucesivo su convexidad hacia el Oriente; de modo que mira siempre hacia el Sol

el semicírculo que termina la porción iluminada del disco.

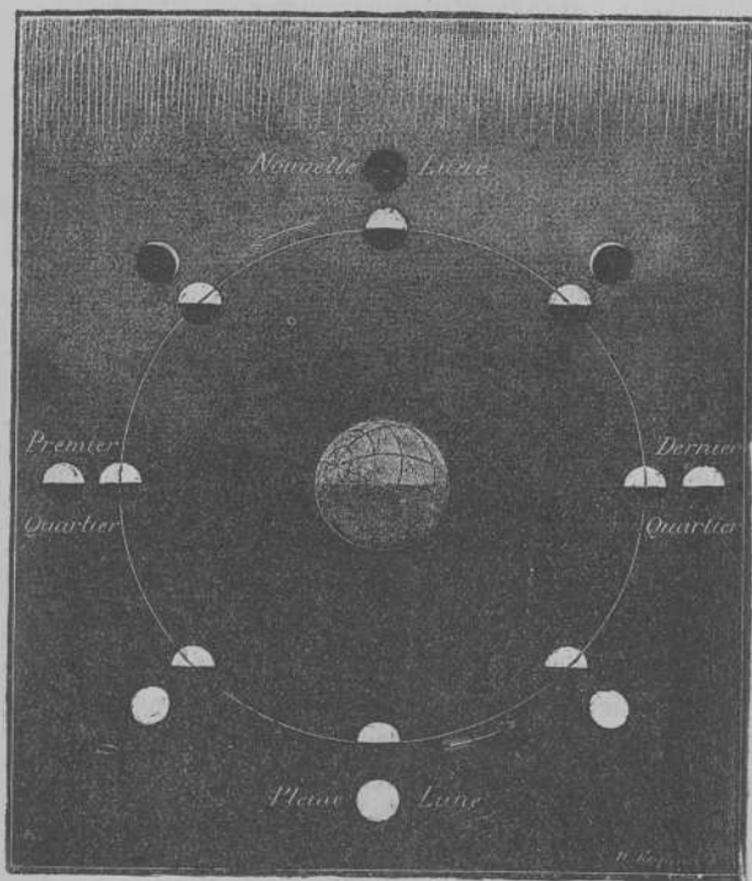


Fig. 10.—Órbita de la Luna. Explicación de las fases.

En medio del intervalo que separa el plenilunio del periodo siguiente, *el último cuarto* presenta una fase semejante al primero, aunque situada a la inversa.

En esta segunda parte del periodo lunar ó de la *lunacion* (este es su nombre propio) la posicion aparente de la Luna en el cielo se aproxima cada vez mas á la del Sol. Hacia los últimos dias precede en muy poco á la salida del astro, hasta el extremo de confundirse de nuevo en sus mismos rayos, para desaparecer reproduciendo una Luna nueva, origen de una nueva lunacion. La luz cenicienta se modifica despues del último, como del primer cuarto, á proporcion y á medida de la disminucion de la parte iluminada del disco.

Esta sucesion de las fases de la Luna, que se reproduce indefinidamente y siempre de la misma manera, es la consecuencia evidente del movimiento del astro en torno de la Tierra. De ella podrá formarse idea fácilmente al examinar la figura 10, y se comprenderá por qué las fases de las sucesivas lunaciones son precisamente las mismas cuando el Sol, la Tierra y la Luna ocupan las mismas posiciones relativas; mientras que si se comparase con la de las estrellas la situacion de la Luna en dos ó muchas fases idénticas consecutivas, notariase que no ocupa siempre el mismo sitio en el cielo, que no recorre las mismas constelaciones; lo cual depende á la vez del movimiento de la Tierra en su orbita y de las variaciones del movimiento de la Luna en la suya.

Dijimos mas atrás, que la duracion del mes lunar es de cerca de veinte y nueve dias y medio aproximadamente: en realidad excede dicha duracion á la precedente cifra en cuarenta y cuatro minutos y tres segundos. Falta, pues, muy poco para que sea la duracion media del mes, que trae evidentemente su origen del periodo de una lunacion, del mismo modo que la semana cor-

responde á la duracion de cada una de las cuatro principales fases lunares (1).

(1) Los días de la semana traen su denominacion respectiva, como es sabido, del nombre de los siete planetas conocidos de los antiguos, el Sol, la Luna, Marte, Mercurio, Júpiter, Vénus y Saturno. El orden de los días parece determinado por la costumbre que tenian los antiguos de consagrar á los siete planetas las veinte y cuatro horas del día. Cada día tomó entonces el nombre del planeta al cual estaba consagrada la primera hora, y así se explica cómo el orden de los días sucesivos de la semana no es el orden natural de los planetas tal á lo menos, como le concebían los antiguos astrónomos. Este orden era el siguiente: Sol, Vénus, Mercurio, Luna, Saturno, Júpiter y Marte, Estando la primera hora del primer día consagrada al Sol; la segunda á Vénus, etc., resulta que la primera hora del segundo día lo estaba á la Luna; la primera del tercer día á Marte y así en esta proporción sucesivamente.

Forma del disco lunar.

En la época del plenilunio, el disco enteramente iluminado por los rayos solares tiene la apariencia de un círculo completo, y de ello puede juzgarse á la simple vista; pero los astrónomos, mas difíciles de satisfacer que el público en estas materias, han tratado de precisar matemáticamente la forma circular de la Luna por medio de medidas exactas de todos sus diámetros. Las consecuencias de esta tentativa científica han venido á comprobar la exactitud de aquella idea vulgar; esto es, que el disco de la Luna, en la época de su plenilunio, constituye rigurosamente un círculo perfecto.

El hecho encierra tanta mas importancia, cuanto que la mayor parte de los cuerpos celestes de nuestro mundo solar aparecen, en su observacion telescópica, como discos aplanados de forma ligeramente elíptica ú oval, como sucede con los planetas Marte, Júpiter y Saturno; y la Tierra misma, como han demostrado las medidas directas de muchos arcos del meridiano, está aplanada tambien en sus polos de rotacion, ó, lo que es lo mismo mas abultada en su ecuador. En cuanto á otros varios planetas, tales como Urano, Neptuno, Venus y Mercu-

rio, las medidas micrométricas no han acreditado su aplastamiento sensible, hallándose igualmente el Sol en el mismo caso; sin embargo, suelen mirarse esas excepciones como de pura apariencia, probando únicamente con propiedad una cosa; esto es, que el aplastamiento polar en ellos debe ser bien poco sensible para poderse apreciar con los instrumentos astronómicos conocidos en la actualidad.

La forma circular del disco de un astro indica ordinariamente una forma real esférica. ¿Sucede esto acaso con la Luna, y debemos considerar su forma, sino rigurosamente igual, aproximada al menos á una esfera? La observacion de sus fases nos permite contestar afirmativamente.

Algunos dias antes ó despues del novilunio, hemos notado que el creciente luminoso, mas ó menos adelgazado ó acanalado, se encuentra limitado siempre en su parte exterior por un semicírculo con mucha limpieza terminada.

En cuanto al perfil cóncavo, la curva que le constitu-

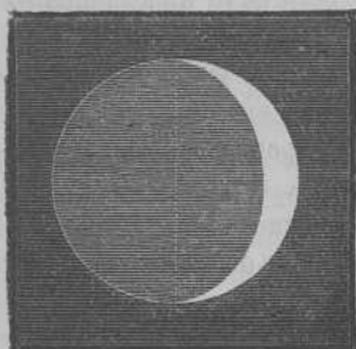


Fig. 11.—Forma geométrica del creciente lunar.

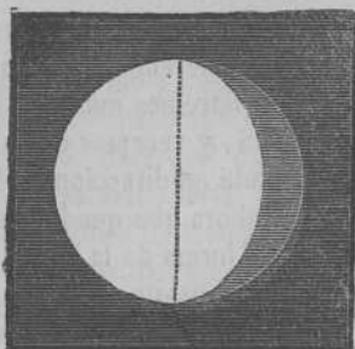


Fig. 12.—Forma geométrica de la Luna despues de la conjuncion.

ye no es un semicírculo, sino mas bien una mitad de eclipse, cuyas extremidades van á formar con el contorno exterior las astas del creciente, que terminan en dos puntas de un diámetro común.

Poco á poco el límite de separacion de la luz y de la sombra se alarga, hasta convertirse en el primer cuarto en línea recta, y entonces la elipse, recobrando en sentido inverso las mismas formas, de cóncava que era, tórnase convexa; y dilatándose poco á poco, trasformase al fin en semicírculo en la época del plenilunio, para volver á tomar de nuevo durante la declinacion ó el *menguante* y hasta el último cuarto, las mismas formas y las mismas dimensiones aparentes.

En resúmen: las cosas pasan como si la Luna tuviese la verdadera forma de una esfera, cuyas partes fueran sucesivamente iluminadas y oscurecidas luego por la sombra: el estudio de los movimientos de la Luna y de sus posiciones con relacion al Sol y á la Tierra, no deja duda alguna acerca de la realidad de esa apariencia, de manera que, á semejanza de la Tierra, la Luna es un globo esferoidal, pero cuyo aplastamiento, si es que existe, es inapreciable, por lo menos en toda la circunferencia que limita su mitad visible. Mas adelante daremos mas detalles sobre su forma realmente exacta, y veremos cómo se la supone ligeramente prolongada en direccion de la Tierra.

Y ahora que quedamos ya enterados, ó poco menos, de la forma de la Luna, hablemos de su volúmen. Y para precisarlo con mas propiedad, empezaremos por distinguir el volúmen aparente de un objeto cualquiera, de su volúmen real y positivo, para lo cual empezaremos por el primero.

Sobre este punto hay en una parte del público ciertas ideas tan confusas, tan erróneas y tan generalmente vulgarizadas, que se me dispensará por lo mismo la facultad de entrar ante todo en ciertos pormenores previos indispensables.

Yo he oído muchas veces—y estoy seguro de que el lector, sea quien quiera, de este pasaje, abonará mi afirmación;—he oído muchas veces, repito, á muchos observadores de un fenómeno expresarse así, para dar una idea de las dimensiones aparentes que había visto, tales como la Luna, el Sol, un meteoro, la cola de un cometa, etc.: *Su longitud era de un decímetro, de un pie; parecía de la magnitud ó del volúmen de un plato....* Yo mismo he leído tales expresiones en los periódicos y á veces también en los manuales científicos.

Fácilmente se alcanza que este modo de apreciar las dimensiones, no reales, sino simplemente aparentes de los objetos, cuya distancia además se ignora ordinariamente, es de todo punto incomprensible. En efecto, el mismo objeto,—un decímetro, si se trata de su longitud, ó un plato, si se trata de un disco circular,—no tiene por sí mismo una dimensión aparente determinada. Esta dimensión es esencialmente variable, según la distancia á que el observador supone colocado el objeto que sirve de término de comparación. Para que estas expresiones tuvieran su verdadero sentido, sería necesario añadir á la dimensión que dejamos indicada, la distancia exactamente supuesta. Un plato, por ejemplo, colocado muy cerca del ojo, cubrirá una porción inmensa del campo visual, ó acaso del cielo entero: colocado á algunos metros de distancia, la superficie que cubra se verá ya por lo mismo considerablemente disminuida,

y mas retirado todavía, llegará á ser hasta imperceptible. Para que cubriese precisamente el disco de la Luna sin que ninguno de los dos círculos rebasara del otro, seria necesario situarlo á una distancia determinada, ya por la voluntad, ya por la observacion, ya por el cálculo: solamente á esa distancia pueden asimilarse las magnitudes aparentes del astro y del objeto con que se le compara.

Asi, ¿qué sucede en las circunstancias que acabo de mencionar? Que si el fenómeno tiene muchos observadores simultáneos, uno de ellos atribuirá al objeto la dimension *aparente* de un metro, otro la de un pie, un tercero la de un decímetro y cada uno concebirá, en el instante en que le ha sorprendido el objeto, una idea por lo demás muy vaga de la distancia supuesta del metro, del decímetro y del pie que le han servido de términos de comparacion.

Los astrónomos en particular, y en general todos los que tienen una nocion mas ó menos completa de la geometría, no tropiezan con esta dificultad: lejos de comparar las dimensiones aparentes con objetos de otra dimension determinada, se limitan á indicar simplemente la parte del campo visual que ocupa el diámetro del objeto; y al espresar, por ejemplo, que el diámetro aparente de la Luna es de cerca de medio grado, entienden por un grado la 360.^a parte de la circunferencia entera del horizonte. Ese es precisamente el ángulo que forman entre sí los dos rayos visuales que desde el ojo del observador se dirigen á las estremidades de un diámetro de la Luna; y así es que se necesitarian por término medio 360 lunas tocándose por los extremos para poder completar una semi-circunferencia

del círculo que, partiendo desde un punto dado del horizonte, fuera á parar á otro punto diametralmente opuesto, siguiendo al efecto en el cielo una direccion cualquiera.

Pero espresémonos con mas claridad. El grado dividido en 60 partes iguales, dá los minutos, y cada minuto equivale á 60 segundos. Pues bien: segun se halla comprobado por medidas exactas, el diámetro del disco lunar mide por lo menos 31 minutos y 24 segundos, ó sea, como puede verse, un poco mas de medio grado, esto es, poco mas ó menos, el diámetro aparente del Sol. Pero no puede inferirse de aquí que el volumen real de la Luna sea sobre poco mas ó menos igual al del Sol; hay que tener en cuenta las distancias, y veremos mas adelante que nuestro satélite se halla cerca de cuatrocientas veces menos distante de nosotros que el hogar comun que presta calor y luz á los planetas.

Pasemos ahora á otra cuestion. Las dimensiones aparentes de la Luna, ¿son siempre las mismas? Si así fuera, su distancia de la Tierra seria siempre invariable: ó bien, ¿varian esas dimensiones? En este caso cambiaria desde una época á otra la distancia antedicha. Pues bien, la segunda hipótesis es la verdadera.

Durante el curso de una lunacion, esto es, en el intervalo de dos novilunios consecutivos, el diámetro de la Luna varía constantemente entre dos extremos, y esta variacion es bastante sensible, puesto que alcanza próximamente hasta la 8.^a parte del diámetro total. Sin embargo, no será fácil cerciorarse de ello á la simple vista, pudiendo únicamente conseguirse por medio de instrumentos de exacta competencia métrica.

A esto debo añadir que durante el curso de las lunaciones sucesivas las variaciones del diámetro aparente no se reproducen siempre con su mismo valor; y así es que la Luna no permanece siempre á una distancia constantemente fija de la Tierra, sino que se aleja y se aproxima alternativamente, siguiendo las leyes tan complicadas que la Astronomía ha venido á aclarar, y que no me propongo indicar aquí.

A propósito de esas variaciones de distancia, y por consiguiente de diámetro, yo estrañaría si entre mis lectores no se hallara uno al menos á quien se le ocurriera la idea siguiente: ¿nada decis acerca del cambio que se nota en el diámetro aparente de la Luna desde que aparece en el horizonte hasta su mayor elevacion en el cielo? Allí basta el testimonio de los sentidos, y no se necesita ser astrónomo para juzgar.

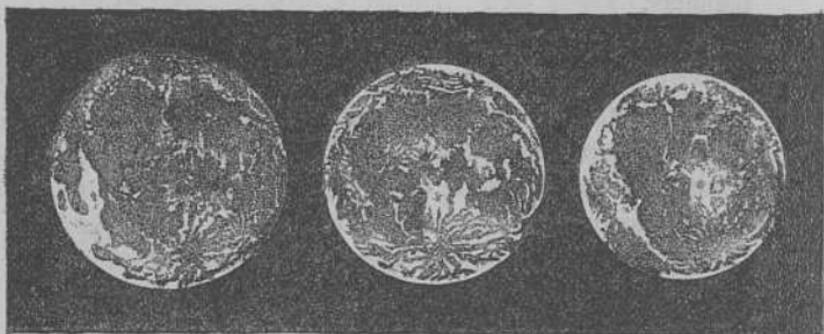


Fig. 15.—Variaciones de magnitud del disco de la Luna.

Examinemos el hecho.

Cuando sale la Luna, en la época, por ejemplo, de su plenilunio, y el cielo está bien puro en el horizonte

oriental, su disco purpúreo se presenta de una magnitud enorme; pero á medida que se eleva, ó, desechando el lenguaje de las apariencias, á medida que nuestro horizonte, á causa de la rotacion diurna de la Tierra, se baja delante de él, disminuyen sus dimensiones, aumenta el brillo de su luz y parece recobrar poco á poco su magnitud normal. En el punto mas alto de su carrera, cuando el astro atraviesa el meridiano, aparece el disco en su mas pequeña superficie; y ese contraste entre las magnitudes de la Luna sobre el horizonte y en el punto mas elevado del cielo, es por otra parte tanto mas marcado cuanto por efecto de las circunstancias de su movimiento, ó bien de la posicion del observador, se aproxima más al cénit.

Por lo demás, todos han observado este fenómeno; pero, ¿cual es su causa? Tal es el punto, en el cual las opiniones difieren, es decir, las opiniones de los que han planteado la cuestion, porque hay muchos que se contentan con observar el fenómeno y admirarlo sin preguntarse la causa, con lo cual por lo menos estan seguros de no errar. Unos califican el hecho como de una ilusion óptica, creyendo que las brumas de la atmósfera desempeñan en esta ocasion el papel de cristal de aumento; otros suponen quizás que la Luna, á medida que se eleva, se aleja mas de nosotros. Los unos y los otros se equivocan ciertamente, puesto que parten de una suposicion vulgar, á saber: que el diámetro *aparente* es mayor en el horizonte que en el cénit; suposicion errónea que desmienten las medidas micrométricas.

Imaginad en el foco óptico de un antejo astronómico, dos hilos paralelos, fijados de tal suerte, que la Lu-

na, tal como se observa en el horizonte, quede comprendida entre ellos, tocándoles sin desbordarlos. Dejados en su actual posición, y esperad á que el astro haya llegado á su mas alta posición en el cielo.

Dirigid nuevamente el instrumento á su disco; y si las dimensiones *aparentes* de este último han disminuido en realidad, ¿qué sucederá? Que aparecerá enteramente contenido entre los hilos sin tocarlos. Pues bien, justamente es lo contrario lo que sucede: el disco traspasa los hilos; de suerte que puede decirse, en contraposición á todas las apariencias y á todas las ilusiones de nuestros sentidos: *la Luna parece mas pequeña en el horizonte que en el cénit*; con lo cual queda demostrado que las opiniones anteriormente mencionadas caen por su base.

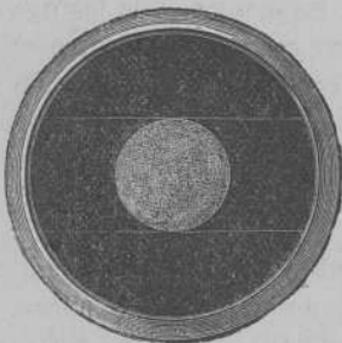


Fig. 14.—Medida micrométrica del disco de la Luna. Diámetro de la Luna en el horizonte.

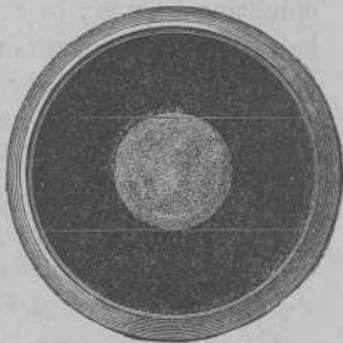


Fig. 15.—Diámetro de la Luna en el punto más elevado de su curso.

Los astrónomos que saben bien esto, no por eso han dejado de buscar la explicación de esa ilusión, que es por lo demás incontestable: los unos pretenden hallar en ella un error de apreciación, efecto de la proximidad

del disco lunar y de los objetos terrestres situados en el horizonte. En el cénit, la ausencia de esos objetos mismos nos hace creer que se halla el astro mas próximo á nosotros, y nosotros le creemos mucho mas pequeño, porque conservando las mismas dimensiones aparentes, le creemos mas distante.

Euler señala por causa á la misma ilusion la forma rebajada de la bóveda celeste que nos hace suponer las partes del cielo situadas en el horizonte mas alejadas que las otras partes situadas verticalmente sobre nuestras cabezas. Segun este geómetra, la comparacion de los objetos terrestres situados en la *vecindad*, por decirlo así, de la Luna, nada influye en la ilusion.

Poco importa que una ú otra esplicacion sea la verdadera: lo que conviene saber es que el disco de la Luna, bien sea observado en el horizonte ó en el cénit, nada difiere en su magnitud aparente, como equivocadamente se ha creido, ó cuando mas, si es que hay alguna diferencia, es precisamente en sentido inverso de la ilusion.

Yo he supuesto la Luna en su plenilunio y en su nacimiento; pero el fenómeno es cierto con relacion á todas las épocas, ya esté la Luna en creciente ó en circulo incompleto, y del mismo modo se observa en su ocaso.

III.

La luz de la Luna.

La luz de la Luna proviene de la reflexion de la luz solar.—Su intensidad.—Cantidad de luz producida por las diferentes fases.—Color de la Luna durante el día y durante la noche.—Influencia calorífica y química de los rayos lunares.

La luz suave y plateada que difunde el disco lunar en los paisajes de nuestras noches terrestres, ha inspirado á mas de un poeta y á mas de un artista. No es necesario, ciertamente, profesar el arte ni la literatura para participar de ese encanto misterioso, que produce una serena y clara noche, alumbrada por los rayos de la Luna; para admirar los juegos de luz que se producen, cuando el soplo del viento aleja las nubes de su disco y las masas vaporosas, tan pronto sombrías como brillantes, sucesivamente le eclipsan y le descubren. La naturaleza del paisaje entra tambien por mucho en este género de impresiones, alegres ó melancólicas, risueñas ó serias, mas ó menos variadas, segun la predisposicion particular del ánimo del espectador.

En presencia de los fenómenos de la naturaleza, la ciencia tiene que cuidarse de otra cosa que no es el arte ni la poesía; y bien lejos de buscar en ellos armonías y

contrastés con nuestras emociones personales, procura desprenderlos de ese género de influencia, cuya estension no debe desconocer por cierto. Lo que quiere, ante todo, es estudiar esos fenómenos en sí mismos, apreciar sus particularidades y descubrir sus leyes; y así es, que mientras los poetas ó los pintores han agotado hace tiempo en sus cuadros todos cuantos géneros de belleza puede ofrecer el paisaje iluminado por la luz de la Luna, la ciencia no ha podido aun resolver todas las cuestiones referentes á esa luz misma. Vamos á ver ahora, que apenas se han tocado, como si dijéramos, á la lijera.

Sábase de cierto, sin ningun género de duda, que la luz lunar no es otra mas que la del Sol, reflejada en el espacio y hácia la Tierra por el suelo de nuestro satélite. Las pruebas de este hecho son concluyentes; en efecto, las situaciones relativas del Sol, de la Luna y de la Tierra, concuerdan siempre exactamente con la forma de la parte luminosa del disco, ó con las dimensiones de las fases, y siempre las partes iluminadas ú oscuras, se hallan entre sí en la relacion geométrica que exigen tales situaciones. Este hecho tan simple puede observarlo todo el mundo con la mayor facilidad á la simple vista. ¿Cómo, pues, explicar la estraña idea del astrónomo caldeo Beroso, que consideraba la Luna como un globo medio oscuro, medio luminoso, volviendo hácia la Tierra sucesivamente todos sus hemisferios? Bien puede creerse que no se habia tomado el trabajo de examinar las posiciones ocupadas por las manchas principales, durante el curso de una lunacion entera. Si lo hubiera hecho, habria visto que esas manchas permanecen siempre sensiblemente en los mis-

mos puntos del disco, y que por tanto no tenía ningun fundamento su hipótesis.

Con el telescopio, es tambien fácil convencerse de que la luz de la Luna tiene su origen en el Sol; las innumerables asperezas de que se halla sembrada la superficie del astro, se hallan iluminadas todas ellas lateralmente por los rayos solares, mientras que las sombras que proyectan sobre el suelo, se replegan ó se prolongan en las proporciones indicadas por la oblicuidad, mas ó menos pronunciada, de sus rayos.

Por lo mismo, la porcion de la Luna, que brilla de frente á nosotros, es la que disfruta del esplendor del dia, al paso que la parte oscura invisible, ó que apenas distinguimos nosotros, corresponde á la region sumergida en las tinieblas de la noche. Asi se nos apareceria la Tierra, si trasportados á las lejanas latitudes del espacio, á la distancia de la Luna, por ejemplo, fijáramos la vista en nuestro globo, convertido entonces en cuerpo celeste y luminoso.

Ved ahí, pues, la primera cuestion, cuya solucion no puede dejar duda alguna. Pasemos, pues, á otras.

¿Cuál es la intensidad de la luz del disco lunar, bien se la considere de una manera intrínseca, ó bien medida por el grado de iluminacion que producen sus distintas fases? Sobre una cantidad dada de luz solar que recibe el suelo superficial de Luna, ¿qué cantidad nos envia? ¿Qué porcion absorbe la superficie de nuestro satélite? La luz de la Luna ¿es blanca ó coloreada? ¿Ejerce una acción química apreciable sobre las sustancias terrestres?

Digamos lo que se sabe, ó al menos lo que se cree saber, acerca de todos estos puntos de la física lunar.

Comparada con la luz del Sol, la luz de la Luna, en su lleno, apenas alcanza relativamente á su 801.072ª parte: por lo menos este es el resultado demostrativo de los experimentos del físico Wollaston (1). Necesitaríanse, pues, reunir 800.000 lunas llenas, próximamente, para poder producir la luz del día, hallándose el cielo completamente sereno. Es verdad que la Luna no se encuentra siempre á la misma distancia de la Tierra; pero aquí se trata de la intensidad de la luz á la distancia media. La intensidad máxima escede á la intensidad mínima, próximamente, en una cuarta parte, si se calcula esceso superficial del disco lunar en la época del perigeo, sobre la misma superficie aparente del apogeo (2).

Apreciada la intensidad luminosa del plenilunio, fácil es ya deducir las del disco en sus diversas fases. En el primer cuarto y en el último, es naturalmente la mitad menor. En sus dos octantes, de los cuales, el uno precede y el otro subsigue á la Luna nueva, la luz de nuestro satélite se reduce á la sétima parte de su brillo; al paso que en sus dos octantes, de los cuales, el uno precede y sigue el otro al plenilunio, sólo es inferior en una sétima parte á la iluminacion total del disco.

Todas estas evaluaciones son rigurosamente geométricas y suponen que todas las regiones de la Luna, tanto al oriente como al occidente y centro del disco, son

(1) Bouguer, en el último siglo, había obtenido un número muy diferente de el del físico inglés: el brillo del plenilunio era, según él, la 500,000ª parte de el del Sol, mas del duplo del que acabamos de citar, según Wollaston. Pero la fotometria aún no ha pronunciado sobre ello su última palabra. Es menester justificar ó concordar estas dos cifras.

(2) *Perigeo*, esto es, menor distancia; *Apogeo*, mayor distancia de un astro á la Tierra. Derivase de las palabras griegas *περί*, cerca de; *από*, lejos de, y *γῆ*, tierra.

igualmente luminosas, en lo cual se padece un error por cierto. Arago ha encontrado que la luz del borde de la Luna es casi tres veces mas viva que la que despiden las grandes manchas; y como quiera que las manchas sombrías no están distribuidas de una manera uniforme en las diferentes regiones á la vista, habria que medir directamente el brillo del disco en todo el curso de una lunacion.

¿La luz de la Luna, es coloreada?

Segun Humboldt es lijeramente amarillenta, ó por lo menos lo parece, cuando se observa, allá hácia la media noche. Durante el dia es blanca y presenta el mismo matiz que las nubecillas iluminadas por los rayos solares. Humboldt esplica esa diferencia, haciendo notar que el color naturalmente amarillo de la Luna se modifica durante el dia por la interposicion del color azulado de la atmósfera. Es sabido que el azul y el amarillo son dos colores complementarios; es decir, que su combinacion produce la luz blanca. Por la noche, el cielo presenta un tono mucho mas oscuro, un poco gris; de suerte que la luz lunar se halla menos alterada.

El disco lunar aparece con frecuencia en el horizonte de un rojo púrpura pronunciado, lo cual se esplica fácilmente por la refraccion tan viva que sufren los rayos luminosos al atravesar por su mas grande espesor las capas mas densas de la atmósfera terrestre. Finalmente, cuando se observa la Luna en las calles de una poblacion cualquiera, iluminadas por la luz encarnado-amarillenta de los faroles de gas, aparece entonces como de un blanco azulado, lo cual no es, sin embargo, otra cosa que un efecto de contraste.

Ya nos ocuparemos mas adelante de las diversas tin-

tas que nos ofrece el aspecto de tales ó cuales regiones de la Luna, así como también del brillo particular de algunas de sus manchas.

Se han dicho y repetido todos los días tantas cosas, acerca de la influencia que la Luna ejerce sobre nuestra Tierra, y es tan vago y tan aventurado cuanto se ha dicho en este punto, que conviene estudiar de una manera mas precisa y científica, lo que puede haber de fundado en esas afirmaciones, todas gratuitas. Veamos, pues, si la luz lunar entra por algo en esa influencia.

Desde luego los rayos luminosos que refleja la Luna, sobre la Tierra, procediendo indirectamente del Sol, vienen indudablemente acompañados al propio tiempo de otros rayos caloríficos, de los cuales inunda nuestra estrella todo el espacio. Es probable que una parte del calor recibido por el hemisferio lunar que mira al Sol sea absorbida por su suelo; y esto es lo que sucede respecto de la Tierra y de todos los demás cuerpos celestes de nuestro mundo. Pero otra parte vuelve por reflexión al espacio, y esa es, ciertamente, la que se trata de reconocer y apreciar. Los trabajos modernos sobre la irradiación solar, establecen como un hecho realmente demostrado que la presencia de una atmósfera, sobre todo, del vapor de agua, de que se halla mas ó menos impregnada, sirve para disminuir en una grande proporción el brillo ó el centelleo en el espacio; y por consiguiente la disminución del calor que el Sol nos envía. La capa gaseosa es una especie de abanico, que, al agitarse hácia adelante, deja pasar los rayos, y al retroceder los detiene.

No teniendo la Luna atmósfera vaporosa ó gaseosa—, como ya veremos despues—, la irradiación calorífica

debe producirse con una grande intensidad, en ella y como quiera que el mismo punto del suelo queda expuesto durante mas de trescientas cincuenta horas al ardor de los rayos solares, parece que puede apreciarse con facilidad la cantidad de calor reflejada sobre la Tierra.

¿Sucede así acaso? Los antiguos experimentos han dado un resultado negativo. La concentracion por medio de espejos ó lentes, de la luz de la Luna, en el foco de esos aparatos, no llegó á producir en los termómetros, ni aun siquiera en los mas sensibles, ningun efecto apreciable. Posteriormente Melloni ha probado un calentamiento muy débil en verdad, pero realmente positivo. Mr. Piazz Smyth, en la expedicion científica que emprendió en 1836 al pico de Tenerife, ha dejado confirmados los experimentos de Melloni. Véase lo que dice sobre este punto Mr. Babinet en el quinto tomo de sus *Estudios y lecciones sobre las Ciencias de observacion*:

«Mr. Smyth, pudo fácilmente observar el efecto
»del calor de la Luna, que Melloni se habia esforzado
»tanto en hacer sensible por medio de los experimentos
»hechos en las cercanías de Nápoles. Aunque la Luna
»estaba á la sazón muy baja, el efecto de sus rayos
»era todavía el del tercio de los rayos caloríficos de una
»bujía colocada á la distancia de 15 pies ingleses (4 me-
»tros 57).»

Ahora bien, para poder apreciar convenientemente este resultado, hay precision de tener presente lo que acabamos de decir sobre la dificultad que las capas atmosféricas oponen al tránsito de los rayos caloríficos que no emanan directamente de su origen, ó, si se quiere,

que por primera vez han sido reflejados. Es probable que sean las capas superiores de nuestra atmósfera las que absorben el calor de los rayos lunares, lo cual podría explicar aquel adagio: *la Luna se come las nubes*. Y, en efecto, la elevacion de temperatura de que se trata, rarificando las partículas condensadas de vapor acuoso de que se forman las nubes, las disiparía en parte por la accion calorífica, debida á la presencia de nuestro satélite en el cielo.

Habría un medio de comprobar la exactitud de esta explicacion, á condicion, no obstante, de haber acreditado previamente el fenómeno mismo meteorológico; y sería establecer en diferentes alturas termómetros bastante sensibles, repitiendo los ensayos experimentales de Melloni, no solamente en la época del plenilunio, sino en cada una de las fases de una lunacion. Cualquiera comprenderá desde luego que las variaciones, si se comprueban han de ser mayores ó menores segun lo sea la superficie iluminada del disco. Las observaciones de M. P. Smyth, ya citadas, y que se han efectuado á las alturas de 2.700 y de 5.520 metros, permiten esperar que los medios de comprobacion que proponemos serian eficaces.

La luz de la Luna ejerce todavía otra influencia incontestable; nos referimos á su accion química sobre determinadas sustancias terrestres. Esa accion es la que produce la posibilidad de las fotografías lunares, que se obtienen hoy con una limpieza y una perfeccion tan notables; pero esta propiedad la comparte, salvo el grado, con la luz solar, cuyo resultado pudiera preverse, pues que tienen el mismo origen.

Hace muy poco tiempo la luz de la Luna ha estado so-

metida á los procedimientos experimentales del análisis espectral. MM. Huggins y Miller han comparado el espectro obtenido al examinar partes limitadas de la superficie de la Luna, con el espectro solar, y no han podido descubrir modificación alguna que permita deducir que la luz del Sol ha cambiado de naturaleza al reflejar sobre la superficie de nuestro satélite.

Ahora, concluyamos, diciendo: si la Luna ejerce sobre los fenómenos meteorológicos de nuestra Tierra cierta influencia, esa influencia misma aparece encerrada dentro de estrechos límites. El calor que irradia es casi enteramente absorbido por las capas superiores de nuestra atmósfera; la acción química de su luz, por débil que sea, es incontestable; resta saber ahora si alcanza ó nó á influir algo en el movimiento de la vegetación.

En fin, la influencia calorífica y la influencia luminosa deben tener su maximum de intensidad durante el plenilunio y su minimum en el novilunio; cuyo resultado está, ciertamente, en abierta contradicción con las creencias populares.

IV.

Luz cenicienta.

Origen de la luz cenicienta.—Su intensidad y su color.—Variaciones en relación con la parte de la Tierra visible desde la Luna.

La parte brillante de la Luna, la que ilumina el Sol directamente, varía de formas durante el periodo de una lunacion entera, desde el delgado y luminoso arco de círculo del novilunio y de la última fase, hasta el círculo entero, que presenta el astro en su lleno.

Pero además de esa luz tan brillante, cuya intensidad acabamos de ver cuál es, comparativamente con la del Sol, el disco luminoso presenta en su parte oscura, en determinadas fases una vislumbre mas débil, conocida con el nombre de *luz cenicienta*. Cualquiera puede observarla algunos dias, antes ó despues del novilunio, cuando nuestro satélite se nos presenta bajo la forma de un delgado arco. Toda la parte del hemisferio que nos es visible, y que no hieren los rayos del sol, se percibe distintamente, sin embargo, terminando el círculo entero del disco y su vislumbre es débil y fosforescente. Arago ha dado un medio de valuar su intensidad, comparándola con la intensidad constante de la luz del resto del disco; pero no tenemos noticia de que se haya ensa-

yado la aplicacion de ese procedimiento todavía (4).

La luz cenicienta del novilunio empieza á aparecer cuando el creciente es ya visible y no desaparece hasta cerca del primer cuarto; lo mismo sucede al tiempo de la declinacion de la Luna, apareciendo visible un poco despues del último cuarto, para no desaparecer ya sino con nuestro mismo satélite. Segun Schröeter y Lalande es mas viva aun hácia el tercer dia que sigue ó que precede al novilunio.



Fig. 16.—Luz cenicienta.

Todo el mundo puede observar que el contorno exterior de la parte brillante del disco parece esceder sensiblemente al contorno de la parte que la luz cenicienta deja visible; y esto es, no obstante una ilusion producida por el fenómeno óptico de la *irradiacion* que dá á los objetos una dimension aparente, tanto mayor, cuanto mas viva es la luz que les ilumina.

(8) Excepto para el mismo Arago, que ha encontrado que la intensidad de la luz cenicienta es la 4.000^{ta} parte de la de la parte iluminada de la Luna seis días antes del novilunio, y la 7.000^{ta} parte en el dia sétimo de la Luna.

La intensidad de la luz cenicienta puede ser tan fuerte, que permita distinguir las mas grandes manchas de la Luna á la simple vista; pero si llega á emplearse un antejo de cierta potencia, aparecerán un gran número de detalles perceptibles. Merced, pues, á los antejos astronómicos, puede, con su auxilio, observarse la luz cenicienta durante mucho mas tiempo que á la simple vista. Schræter la ha podido observar tres horas despues del primer cuarto; pero segun Arago, esto no se consigue sino con un lente de ciento sesenta de aumento, aplicado á un telescopio de 2 metros, 5 de foco.

¿De qué procede la luz cenicienta? ¿Es acaso un matiz propio de la Luna?

Los antiguos, que no tenian nociones tan positivas en astronomía física, la creian producto de cierta fosforescencia de la superficie del suelo lunar; pero vamos á ver que la esplicacion del fenómeno es tan sencilla, que no puede dejar lugar á duda. Segun la mayor parte de los astrónomos, fue Mæstlin quien en 1596 reconoció que la luz cenicienta era la misma luz de la Tierra reflejada en la Luna por las fases visibles de nuestro globo; pero la misma esplicacion,—no lo olvidemos, para gloria de un gran pintor—se debió, cien años antes de Mæstlin, á Leonardo de Vinci.

Desde la Luna, con efecto, la Tierra se vé precisamente, bajo las mismas apariencias que nuestro satélite, observado desde la Tierra. Sin embargo, las fases terrestres son inversas á las fases lunares, como lo demuestra hasta la evidencia la figura 10. Fijándose cuidadosamente en el dibujo, se nota fácilmente que la Luna nueva corresponde á la *Tierra llena* ó *pleniterra*, de modo que el hemisferio oscuro de nuestro satélite,

recibe por reflexion toda la luz del hemisferio iluminado de la Tierra. En el plenilunio sucede todo lo contrario; esto es, el hemisferio oscuro de la Tierra está enfrente del hemisferio lunar iluminado; de suerte, que la Tierra permanece entonces invisible, y entre esas dos épocas, finalmente, la Luna vé porciones tanto mas considerables del hemisferio luminoso de la Tierra, cuanto mas próximos nos hallamos á la Luna nueva.



Fig. 17.—La Tierra observada desde la Luna al fin de su declinacion.

Como además la superficie aparente de nuestro globo, observado desde la Luna es casi trece veces mas considerable que el disco lunar, facil es comprender que el *claro de Tierra* debe dar á las noches de nuestro satélite una luz bastante superior á la de nuestros *claros de Luna*. La intensidad seria trece veces mayor si la su-

perficie exterior de los dos astros se hallase dotada de la misma potencia reflectora. Por manera, que la luz cenicienta no es otra cosa que la luz del Sol reflejada primeramente, desde la Tierra á la Luna, y luego desde la Luna á la Tierra.

Parece un hecho cierto que la intensidad del reflejo lunar es mas fuerte durante el período de la declinacion que en los primeros dias de la Luna nueva. Galileo ya



Fig. 18.—La Tierra observada desde la Luna al principio de la lunacon.

lo habia notado, y despues de este grande hombre, muchos observadores han confirmado la exactitud de ese hecho mismo. ¿En qué consiste, pues, la diferencia? Hé aquí la esplicacion generalmente adoptada:

Cuando la Luna, al fin de su carrera, aparece en el Oriente, el hemisferio aclarado de la Tierra, que vuelto

hacia nuestro satélite, ilumina su parte oscura, produciendo la luz cenicienta, contiene una grande estension superficial de paises, como la Europa oriental, el África, y sobre todo el Asia, mientras que los mares ocupan otra estension relativamente menor. Por el contrario, cuando es en Occidente donde vemos aparecer la Luna, *nueva* entónces, el hemisferio terrestre que le envia su luz está en gran parte compuesto de los océanos Pacífico y Atlántico. Sabido es que los mares absorben una cantidad de luz mucho mayor que las tierras; por manera, que el primero de los dos hemisferios, visto desde la Luna, debe ser notablemente mas luminoso que el otro, é iluminar con mucha mas intensidad las zonas regionales oscuras de nuestro satélite.

Si es exacta esta esplicacion, parece evidente que el fenómeno opuesto debe observarse en Australia, donde la luz cenicienta será menos viva durante el período de la declinacion que durante el período creciente; pero ignoramos si se ha comprobado la exactitud de este hecho.

Se ha dicho igualmente que pudiera muy bien provenir esta diferencia de la Luna misma, cuyo hemisferio oriental encierra una estension de manchas sombrías mucho mayor que el hemisferio occidental, hallándose dotado por consiguiente de una potencia reflectora mas considerable. Esta opinion por lo menos es plausible; y como quiera que no está en oposicion con la primera, es bien fácil que la diferencia de intensidad observada proceda á la vez de ambas causas.

El calificativo de luz *cenicienta* indica un color generalmente agrisado. Otros muchos observadores sin embargo, le han atribuido un matiz *verdeoliva*, que tal vez

solo sea accidental. Arago, que es uno de estos últimos, se inclina á creer que ese color es debido á un efecto de contraste producido por la proximidad del creciente luminoso, cuyo color es de un amarillo anaranjado. Sin embargo, preguntábase al propio tiempo si el fenómeno de coloracion de que se trata pudiera atribuirse acaso á la tinta azul-verdosa reflejada en el disco lunar por la atmósfera terrestre. Si fuera así, la explicacion de Lambert, repetida igualmente por Arago, mereceria ciertamente *a fortiori* ser tenida en consideracion. He aquí pues las palabras testuales del ilustre astrónomo, y que Humboldt cita en su *Cosmos*:

«El 14 de Febrero de 1774 observé que esa luz, »lejos de ser cenicienta, era de un color de oliva..... »La Luna caía verticalmente sobre el mar Atlántico, »mientras que el Sol lanzaba á plomo sus rayos sobre los habitantes de la parte austral del Perú. El »Sol difundía, pues, entonces su mayor claridad sobre »la América meridional, y si no se interponian en ninguna parte las nubes, ese gran continente debía reflejar sobre la Luna una gran cantidad de rayos verdosos »para teñir la parte de ese satélite que no ilumina el »Sol directamente; y esta es la razon fundamental que »puedo yo aducir para haber visto de color de oliva la »luz lunar, llamada comunmente cenicienta. Del propio »modo, vista la Tierra desde los planetas, podrá tambien aparecer de una luz verdosa.»

LA LUNA CONSIDERADA COMO LUMBRERA NOCTURNA.

Desigualdades del poder lumínico de la Luna; distribución irregular de su luz entre las noches de las distintas estaciones.—Duración de su visibilidad nocturna en una lunación de invierno.

Al hablar de la Luna, los poetas no dejan jamás de darle el epíteto de antorcha de las noches, lo cual es una grande verdad periódica, esto es, hácia la época del plenilunio, pero por otra parte está bien lejos de ser exacto respecto al resto de la lunación.

Si fuese cierto que la Luna tuviera á su cargo el destino de iluminar las noches terrestres y de suplir la ausencia de la luz solar, sería preciso confesar que desempeña su cometido de una manera muy insuficiente, no ya solo bajo el punto de vista de la intensidad de su brillo tan prodigiosamente inferior al del Sol, sino también bajo el de la regularidad solamente y de la constancia.

Reflexionemos desde luego, que en efecto, se hallan de tal manera distribuidas las fases de la Luna, que en un mes lunar pasan por todos los grados de magnitud, desde el novilunio durante el cual la Tierra ninguna luz recibe de nuestro satélite, hasta el plenilunio en que la recibe casi toda por completo. Las noches terrestres se

encuentran entonces por esa misma causa desigualmente atendidas. En realidad la cantidad de luz reflejada por el disco de la Luna, es completamente igual á la que nos enviaria el astro, si permaneciera constantemente en su primero ó último cuarto; porque al considerar una fase cualquiera durante el curso de la Luna, esta fase misma tiene precisamente su complemento durante el período de la declinacion: las porciones iluminadas del disco, reunidas en esas dos épocas opuestas, formarian exactamente un plenilunio.

Pero hay mas. Durante todo el tiempo que la Luna es visible, entre dos novilunios sucesivos, no son, ni con mucho, las noches solas las que se aprovechan de su luz; siempre que se halla sobre el horizonte al mismo tiempo que el Sol, es su luz prodigada sin utilidad, como la de un cirio encendido en pleno dia. Aun bajo este punto de vista, las noches de nuestro planeta están muy diversamente iluminadas, segun que corresponden á una ó á otra de las cuatro estaciones. Durante las largas noches de invierno es cuando puede servir de mas utilidad la luz de la Luna; y sin embargo, en esa misma época desempeña bastante mal por cierto, sus pretendidas funciones; y de ello voy á dar una prueba. El 7 de Noviembre de 1866 á las diez y media de la mañana próximamente, la Luna estará en la época de su conjuncion, es decir, será nueva. El mes lunar concluirá el 7 de Diciembre siguiente á las cinco y media de la mañana; y en ese intervalo la duracion total de las noches, calculada desde la puésta del Sol hasta su salida, se eleva á la cifra aproximada de 466 horas y media; de suerte que en la latitud astronómica de París la Luna no es visible, ó por lo menos no está sobre el

horizonte nocturno, mas que 218 horas, menos de la mitad de la duracion entera.

Esto aun no es todo. Por el solo hecho de su movimiento mismo combinado con el movimiento de la Tierra, nuestro satélite acabamos de ver que es muy mal iluminador de nuestras noches. Pues bien ¿qué diremos cuando á la irregularidad é insuficiencia de su luz se juntan los obstáculos producidos por las intemperies atmosféricas? Las nubes y las nieblas vienen, ¡ay! á interceptar con harta frecuencia en nuestros climas sus débiles rayos.

Puede comprenderse con este ejemplo cuán pueriles, cuán vanas son las pretensiones de los que pretenden interpretar á toda costa los fenómenos en provecho de sus sistemas, sustituyendo á las vias de la naturaleza mezquinas esplicaciones. La Luna tiene ciertamente su razon de ser; pero estudiando lo que es, no imaginándolo *a priori*, es como el hombre puede esperar levantar una punta del velo que nos oculta la verdad.

VI.

LAS GRANDES MANCHAS DE LA LUNA.

Opiniones vulgares sobre la figura de la Luna : permanencia de las manchas
Las manchas oscuras : Mares , lagos y lagunas.—Las manchas brillantes
ó los continentes.

Las principales manchas de la Luna se observan bien distintamente á la simple vista. Grandes estensiones de un color mas sombrío que la luz general del disco , se destacan con claridad sobre un fondo , cuya intensidad luminosa parece distribuida con una desigualdad marcada. No hay nadie que , aun sin hacer antes un estudio detallado de las manchas visibles á la simple vista no haya podido familiarizarse con el aspecto que esas variadas tintas dan al disco lunar. Todo el mundo puede notar igualmente que ese aspecto no varía , ó que por lo menos varía muy poco , bien durante la misma luna-cion , o bien en el trascurso de las sucesivas. La Luna en efecto presenta siempre la misma faz á la Tierra : es el mismo hemisferio el que vemos sin cesar : ya veremos luego que esa permanencia fija de las manchas testifica el movimiento de rotacion de la Luna , movimiento cuya duracion es precisamente igual al de su revolucion en torno de la Tierra.

Una opinion vulgar muy estendida y bastante antigua, vé en la figura de la Luna llena un rostro ó un cuerpo humano, porque siguiendo la imaginacion del observador, ambas apariencias se prestan al capricho. «Las partes oscuras y luminosas, dice Arago, diseñan vagamente una especie de rostro humano, los dos ojos, la nariz y la boca.» Otros pretenden ver en las mismas manchas una cabeza, dos brazos y dos piernas. Segun las preocupaciones de nuestras campiñas, es Judas trasportado á la Luna, en castigo y expiacion de su traicion y de su felonía.

No nos detengamos mas tiempo en estos detalles fútiles, cuyo solo mérito es probar que desde mucho tiempo há está acreditado el hecho sobre el cual hemos tratado de llamar la atencion del lector.

En el período de una lunacion, no estando el disco enteramente visible sino en el dia del plenilunio, ese dia mismo es la época que debe elegirse de rigorosa preferencia para estudiar la distribucion general de las manchas. En el primer cuarto solo se percibe la parte occidental del hemisferio visible, al paso que el último cuarto muestra la parte oriental (1). Cuando el creciente muy delgado, con dificultad pueden distinguirse algunas manchas á la simple vista.

Tomemos pues, el instante del plenilunio para nuestra descripcion

(1) Para observar la Luna á su tránsito por el meridiano, el observador se vuelve naturalmente hácia la parte Sur del horizonte, y entonces los dos puntos extremos del diámetro del disco perpendicular al horizonte marcan los puntos Norte y Sur. A la izquierda se encuentra el punto Este y á la derecha el punto opuesto, Oeste. Si se observa por medio de un anteojó astronó-

Notemos por de pronto que las grandes manchas grises y sombrías ocupan sobre todo la mitad boreal del disco, mientras que las regiones australes permanecen blancas y bastante luminosas: sin embargo por una parte, esa tinta luminosa se encuentra lo mismo sobre el borde Noroeste, que en el centro, y por otra las manchas invaden las regiones australes por la parte de Oriente, y al mismo tiempo descienden, aunque menos profundamente, al Oeste. A escepcion de una pequeña parte del borde Nor-oeste, todo el contorno de la Luna es blanco y luminoso, y participa del tono de las regiones meridionales.

Entremos ahora en algunos detalles.

¿Veis al occidente y bastante cerca del borde una gran mancha gris de forma oval y regular, aislada en medio de las tintas mas luminosas de aquel? Ese es el *Mar de las Crisis*. No hay que atribuir á este nombre de mar un sentido especial: es la comun denominacion, bajo la cual los primeros observadores han designado todas las grandes manchas parduzcas de la Luna. Ya daremos mas adelante la razon que les obligó á tomar esos espacios por grandes estensiones acuáticas, del propio modo que consideraban las partes brillantes que las

mico, aparece invertida la imágen, el Sur se encuentra en lo alto, y el Norte en lo bajo del disco; el Oeste á la izquierda y el Este á la derecha.

Para distinguir las distintas regiones de la Luna, debe tenerse presente, bien sea en la parte occidental ó en la parte oriental, bien en las regiones australes ó en las regiones boreales, que cada una de esas partes comprende el semicírculo en cuyo vértice el punto que le dá su nombre. Los polos Norte y Sur no están situados: el primero en la region boreal y el segundo en la region áustral, pero sin coincidir exactamente con los puntos Norte y Sur del disco.

rodean como los continentes lunares. La situación del Mar de las Crisis sobre el contorno occidental de la Luna, permite reconocerlo desde las primeras fases de la lunación hasta el plenilunio. Por la misma razón, es el primero que desaparece al principio de la declinación del astro.

Entre el Mar de las Crisis y el centro del disco, un grande espacio sombrío, dividido en su parte inferior por una especie de promontorio agudo, ha recibido el nombre de *Mar de la Tranquilidad*. Este proyecta hacia el Oeste dos apéndices, de los cuales el mayor y el más occidental forma el *Mar de la Fecundidad*, al paso que el otro, más reducido y mucho más aproximado al centro, es el *Mar de Nectar*.

Si desde el Mar de la Tranquilidad nos remontamos hacia el Norte, encuéntrase el *Mar de la Serenidad*, de menor extensión que el primero, aunque de forma tan regular como que el Mar de las Crisis. Esta mancha aparece atravesada en toda su longitud por una raya brillante casi rectilínea, y que le dá cierta semejanza con la letra griega mayúscula *phi*. (ϕ) El *Mar de los Vapores* es como una prolongación hacia el centro del de la Serenidad.

Por último, el *Mar de las Lluvias*, de forma circular el de mayor extensión de todos los que acabamos de mencionar, termina por la parte del Norte la serie de manchas agrisadas, á las cuales se ha convenido en conservar el nombre impropio de *mares*. Es menester bajar ahora hacia el Este, para encontrar el *Océano de las Tempestades*, cuyos contornos, más vagos, van á perderse por la parte del Sur en el *Mar de los Humores* y en el *Mar de las Nubes*, á corta distancia de un pun-

to luminoso, de donde parten en todas direcciones surcos blanquecinos de una gran longitud.

Distínguese también por cima del Mar de la Serenidad y en la proximidad del polo boreal, una mancha estrecha, prolongada de Este á Oeste, y conocida por la denominación de el *Mar del Frio*; sobre el límite del borde noroeste otra mancha de forma oval bastante prolongada, y esta es el *Mar de Humboldt*; y en fin, en el borde extremo del Sudoeste, el *Mar Austral*, del cual solo se percibe probablemente una parte.

Todos estos supuestos mares proyectan sobre sus riberas ó en su prolongación misma otras manchas sombrías más pequeñas, que han recibido el nombre de golfos, el de lagos y el de lagunas. Citemos pues algunos de ellos.

Entre los mares de la Serenidad y del Frio, estiéndense el *Lago de los Sueños* y el *Lago de la Muerte*. Las *Lagunas de la Putrefacción* y de *las Nieblas* ocupan la parte occidental del Mar de las Lluvias, cuya ribera septentrional forma un golfo circular conocido con la denominación de *Golfo de los Iris* ó de los Arco-iris. El *Golfo del Rocío* es la prolongación hácia el extremo Noroeste del Océano de las Tempestades.

Por último, para terminar esta nomenclatura que debemos más adelante muy útil para la descripción geográfica de nuestro satélite, citaremos todavía la *Laguna del Sueño*, al Oeste del Mar de la Tranquilidad; el *Golfo del Centro*, que sirve de prolongación meridional al Mar de los Vapores, y en fin el *Golfo de las Lagunas*, que avanza hasta la orilla meridional del Mar de las Lluvias.

En cuanto á esos grandes espacios luminosos y bri-

llantes que rodean las manchas grises que acabamos de describir, no han recibido no sabemos por qué, denominaciones generales; pero no sucede lo mismo, como veremos pronto, respecto de otros detalles que no se alcanzan á la simple vista, pero que el telescopio descubre en abundancia.

CAPITULO II.

LA LUNA OBSERVADA CON EL TELESCOPIO.

VII.

Las montañas de la Luna.

Descripcion general.

Las manchas lunares que dejamos descritas, examinadas á la simple vista, nada nos revelan todavía sobre la estructura real del suelo de nuestro satélite. Ahora vamos á estudiarlas, ayudados del telescopio, á la vez tambien que las regiones luminosas que las rodean, y de las cuales hemos prescindido hasta el presente, limitándonos á haber dicho que su brillo difiere del de las primeras.

Apliquemos la vista á un instrumento de mediana potencia, es decir, que aumente treinta ó cuarenta diámetros los objetos. Elijamos la época en que la Luna se encuentra en una de esas fases que se llaman cuartos, esto es, cuando el disco nos presenta aclarada su mitad oriental ó su mitad occidental.

Un marayiloso espectáculo se ofrece al punto á nuestra vista. Todas las partes blancas ó brillantes del disco se nos presentan sembradas de una prodigiosa mul-

titud de cavidades de forma circular ú oval, cuyas dimensiones son estremadamente variadas. En las regiones centrales, ó mejor dicho, en los límites de la parte iluminada de la Luna, es donde estos accidentes de la superficie parecen revelar con mas precision la estructura de que hablamos, y que no es posible poner en duda ni desconocer por un momento. Son como otras tantas copas, cuyos bordes ó aristas en forma de parapetos elévanse, á la vez, sobre el nivel general y sobre el fondo mismo de la cavidad. Cada una de ellas se presenta vivamente iluminada del lado mismo de la luz, es decir, hácia el exterior, por el semicírculo que presenta su convexidad á los rayos solares, y hácia el interior, por la otra mitad del recinto que les presenta su concavidad misma.

Al contrario, por el lado de la mitad oscura del disco percíbense sombras muy pronunciadas, que concluyen de precisar la forma general de todos los accidentes del suelo; el fondo mismo de la *copa* es tan presto muy luminoso, como de una tinta más sombría, al paso que en algunas de esas cavidades, se ven eminencias que dan sombra al fondo interior

Dijimos, y con razon, que varian sus proporciones; las unas se asemejan á pequeños agujeros que parecen taladrar el suelo; las otras son como vastos circos ó espacios circulares, encerrando á veces en su interior y sobre sus bordes, otras cavidades de una dimension mucho mas reducida.

Esta primer ojeada dirigida con la ayuda de un antejo al disco de la Luna, nos demuestra con una evidencia plena, que el suelo de este astro se halla profundamente accidentado de asperezas y de depresiones.

Estas asperezas no son otra cosa que las montañas de la Luna.

Continuemos, nuestra exploracion.

Ya hemos visto que la forma de los accidentes del suelo, es tan pronto circular y tan pronto oval. ¿Hay acaso una diferencia real entre esos dos aspectos? No, como podremos facilmente convencernos.

Notemos esta circunstancia. La forma exactamente circular corresponde, mas ó menos modificada, á todas las cavidades, á todos los recintos situados en las regiones centrales del disco. Cuando se examinan las que se alejan del centro para aproximarse, poco á poco á los bordes, se observa que su forma se vuelve insensiblemente oval ó elíptica, y que la oval es tanto mas prolongada, cuanto mayor es la proximidad de la cavidad que se examina, al borde, cualquiera que sea, por lo demas la direccion que se haya elegido para hacer este experimento. Por otra parte, el diámetro máximo de cada eclipse es siempre paralelo á la porcion del arco del círculo del borde lunar, que se obtiene uniendo el centro del disco con el centro de la cavidad examinada.

La mas simple reflexion sobre estas circunstancias tan singulares nos obliga á reconocer que la forma exacta de cada cavidad es la circular. La apariéncia elíptica sólo se debe á un efecto de perspectiva procedente de la circunstancia de hallarse trazado cada círculo, sobre las distintas partes de una mitad de esfera. Las porciones de superficie que se hallan enfrente de nuestro rayo visual, perpendicularmente con esa direccion, no se nos aparecen desfiguradas, al paso que las otras se ven oblicuamente y su deformidad es tanto mas considerable, cuanto mayor es la oblicuidad con que se ven.

Por lo demás, cuando hablamos aquí del círculo de la elipse, entiéndase bien, que es prescindiendo de las irregularidades particulares que ofrecen los contornos de esa cavidad.

Supongamos, por de pronto, que hemos observado la Luna en la época precisa de su primer cuarto. A la mañana, y en los días siguientes, si la nitidez del cielo lo permite, continuemos nuestro exámen.

Veremos entonces la luz invadir progresivamente las regiones orientales del disco y aparecer, poco á poco nuevas asperezas, cuyas alturas únicamente estaban antes iluminadas por la luz del Sol. Nada, pues, mas curioso que ver dibujarse primero, en medio de la sombra, la pared interior de una nueva cavidad bajo la forma de un creciente; agrandarse despues la luz, penetrar en el fondo de la *copa* y esclarecer, en fin, todo el contorno. Otras veces es un punto luminoso aislado, cuya parte mas elevada brilla, mientras que la base de esa eminencia misma se encuentra aun completamente sumergida en la noche.

A medida que la Luna sigue asi su curso y que su fase iluminada se amplía, obsérvase, segun era de esperar cómo disminuye la estension de las sombras de las montañas, cómo se ilumina de una luz mas viva el fondo de las llanuras, á la vez que la estructura de nuestro satélite se despliega ante nuestra vista en todos sus detalles.

Apresurémonos á advertir ahora, con oportunidad, para simplificar el lenguaje, que á las cavidades lunares de cortas dimensiones y aun tambien á las medianas, se han dado los nombres de *cráteres* ó de *volcanes*; á las que ofrecen dimensiones mas considerables el de *cir-*

cos, y á las montañas aisladas de forma piramidal ó cónica el de *picos* ó *pitones*. Presto sabremos lo que tienen de legítimas estas denominaciones.

Veamos ahora cómo están distribuidas las montañas en la superficie de la Luna.

Desde luego asombra y llama la atención la desigualdad tan marcada de esa distribución misma. Mientras que todas las regiones luminosas están como acribilladas de agujeros y erizadas de asperezas, las grandes manchas agrisadas que dejamos apellidadas mares, aparecen casi totalmente desnudas de esos accidentes. Donde se presentan más numerosas es en la parte austral de la Luna, en el vasto espacio que circunscriben, por el Norte los mares del Nectar, de la Tranquilidad y de los Vapores; y al Este los mares de las nubes y de los Humores. Allí los cráteres y los circos se hallan de tal manera acumulados, que apenas dejan en derredor de sus límites algunos intervalos ó estrechos valles.

Hacia el Polo Norte, más allá del mar del Frio; al Sudoeste, en las riberas del océano de las Tempestades, y, finalmente, en la región Noroeste, cerca del mar de las Crisis, encuéntrase igualmente ese mismo carácter de asperezas crateriformes, al paso que los bordes del Oeste y del Nordeste son evidentemente la prolongación de las regiones ocupadas por los mares.

En la época del plenilunio las montañas lunares se presentan completamente iluminadas; las unas, que corresponden á las regiones centrales, porque reciben en efecto verticalmente los rayos solares, y las otras las de las regiones próximas á los bordes, porque para nosotros sus sombras se proyectan detrás de las asperezas que las constituyen. Sin embargo, todas son fácilmente

perceptibles, merced á la luz tan viva que ilumina sus aristas.

Entre ellas, algunas son notablemente mas luminosas que la generalidad de las otras, y vamos á designarlas, porque deben servirnos de hitas ó de señales para una descripcion mas detallada de la orografía lunar.

En la parte austral del disco, al Sur del mar de las Nubes, y á una distancia aparente del borde inferior de la Luna, igual próximamente á la quinta parte del diámetro del astro, un cráter, cuyas dimensiones son mas que medianas, distínguese á la vez por su brillo, por la presencia de un pico en el centro de su recinto y por la multitud de bandas luminosas y blanquizcas que irradian por todas partes en su derredor hasta una gran distancia. Es *Tycho*, que parece ser el punto central de un vasto sistema de montañas crateriformes.

• *Copérnico*, *Aristarco* y *Képler* son otros tantos cráteres notables, situados todos tres en medio de la region de los mares, hácia el Nordeste, rodeados de bandas luminosas radiantes. Su posicion les dá á conocer fácilmente; el primero parece el centro de un pequeño sistema que separa el mar de las Nubes del de las Lluvias, y los otros dos, sobremanera brillantes, destácanse sobre el fondo gris del Océano de las Tempestades.

En medio, poco mas ó menos del disco, al Sur del golfo del Centro, tres grandes circos, cuyos límites son casi contiguos y cuyas dimensiones son, asimismo, con corta diferencia iguales, han recibido la denominacion de *Ptolomeo*, de *Albatenio* y de *Arzachel*. Sus bordes les hacen bien visibles, principalmente en la época del primer cuarto de la Luna.

Otros cráteres ó circos, en lugar de distinguirse por

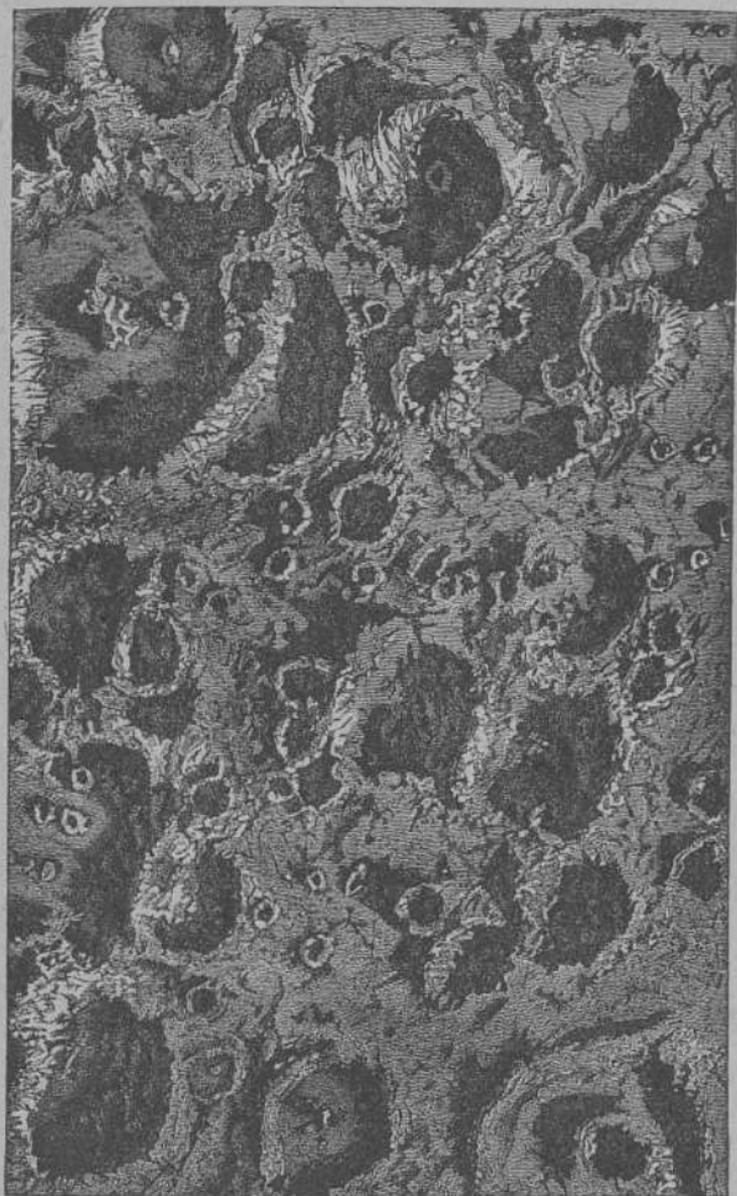
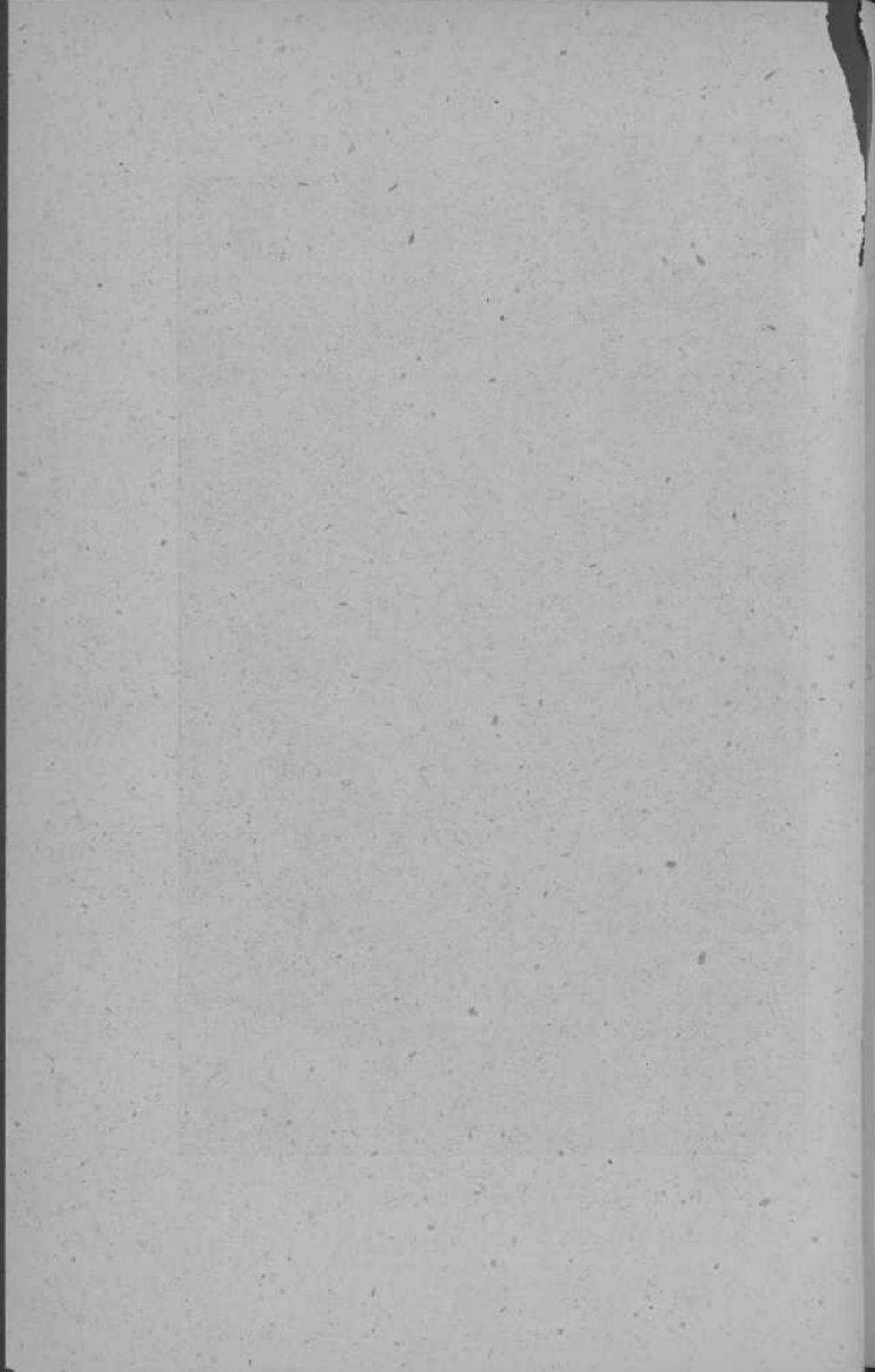


Fig. 49.—Cráteres y discos lunares, según Nasmyth.



su brillo, se hacen notar y reconocer por el colorido sombrío de su fondo, y á este número corresponden



Fig. 20.—Copérnico.

principalmente el cráter de *Platon*, en la ribera septentrional de mar de las Lluvias, que es de la configuración de una mancha oval negruzca; *Endymion*, gran

circo inmediato al borde del Noroeste, entre el mar de Humboldt y el lago de la Muerte, de una apariencia muy sombría hasta en la época misma del plenilunio; y el gran circo *Grimaldi*, en fin, á orillas del océano de las Tempestades, y cuyo óvalo negruzco destácase, asimismo, sobre el fondo luminoso del borde oriental de la Luna.

Ahora, antes de estudiar con mas precision la topografía lunar y de consignar todo cuanto se sabe acerca de la geología de nuestro satélite, vamos á dar algunos detalles sobre las dimensiones superficiales, sobre la altura de sus montañas y sobre la dimension superficial de esas grandes manchas, llamadas mares.

VIII.

Las montañas de la Luna.

Dimensiones de las montañas anulares, de los cráteres y de los circos.—Alturas y bordes de los picos y de los *pitones*.

Suponiendo que la Luna tiene la forma rigurosa de una esfera, resulta que su superficie total es de unos 38 millones de kilómetros cuadrados, y este cálculo da 49 millones de kilómetros cuadrados á la superficie del hemisferio visible. (489.95,000). Las tres décimas partes de esta última estension están ocupadas por las manchas oscuras, llamadas mares, lagos y lagunas, ó mejor dicho, por las llanuras lunares, y las restantes siete décimas partes corresponden á las regiones montañosas, es decir, á las manchas brillantes del disco, y que comprenden los innumerables cráteres, circos y circunvalaciones visibles con el telescopio. Pero, como ya llevamos dicho, y como tendremos ocasion tambien de ver mas adelante, si bien los mares y planicies comparados con los países montañosos, figuran unidos y relativamente desprovistos de esas asperezas, en estos tan numerosas, todavia, aquí y allí se ven montañas crateriformes en medio de sus recintos, semejantes á otras tantas alturas tan elevadas, ó islas que una inundacion general no hubiera podido cubrir.

Cuando aplicado el ojo al instrumento se contempla la multitud de agujeros, de que está sembrado el suelo de la Luna, no puede menos de llamar la atención desde luego la semejanza que ofrecen esas aberturas circulares con los cráteres de los volcanes terrestres; y de ahí se ha querido derivar, indudablemente, esa denominación impuesta desde el principio á la mayor parte de las montañas de la Luna. Esta analogía de forma pudiera, sin embargo, inducirnos á error, al tratar de penetrar las causas de los fenómenos lunares, si no diéramos, desde luego, una idea exacta de las dimensiones de esas montañas, de las superficies que circunscriben sus eminencias y de las alturas de sus aristas sobre el suelo en que se elevan.

Empecemos por las grandes circunvalaciones que han recibido el nombre de *circos*.

La mas considerable de todas parece ser *Shickardt*, inmenso circo situado hácia el borde Suoeste de la Luna, un poco debajo del Mar de los Humores. Su diámetro se ha calculado en 64 leguas (256 kilómetros), lo cual da al muro natural que rodea su recinto una extensión de 800 kilómetros, y al recinto mismo una superficie de mas de 51.000 kilómetros cuadrados, equivalentes á la 760ª parte de la totalidad superficial de la Luna y á la 11ª parte del suelo de Francia.

Clavio, gran circo irregular, que se percibe algo inclinado hácia el Mediodía de Tycho, y Grimaldi, vienen luego, el primero con un diámetro de 57 leguas y el segundo midiendo á su vez 56 leguas de latitud.

Citemos tambien, entre el número de montañas anulares que hemos tenido ya ocasion de designar, á Ptolomeo, Hiparco, Platon, Copérnico y Tycho; los diáme-

tros de estos grandes circos son respectivamente de 46, de 35, de 24 y de 22 leguas. Mas de otros treinta circos ofrecen diámetros superiores á 20 leguas (1).

Si descendemos ahora de los circos á los cráteres, hallaremos un número considerable de los últimos, cuya estension en diámetro y en superficie es bastante superior á todas las montañas volcánicas terrestres; y así es, que en la region montañosa, situada al Sudoeste de Ptolomeo, el circo de Abulfeda, cuyo diámetro mide 37 kilómetros, está rodeado á inversas distancias de un grandísimo número de cráteres de á 1 á 5 kilómetros de dimensiones trasversales. Los mayores circos volcánicos de la tierra miden, todo lo mas 15 kilómetros. Tal es por ejemplo, la circunvalacion volcánica de Tenerife; pero los verdaderos cráteres de ese volcan apenas tienen un diámetro aproximado de 150 á 200 metros. Todo lo mas, como lo afirma Humboldt, serian visibles con el telescopio.

Presentamos aquí (Fig. 21) un fragmento del excelente mapa geográfico de la Luna, cuyos detalles han sido minuciosamente determinados y dibujados por Beer y Mædler. Ese fragmento representa un trozo de la region montañosa que ocupa una gran parte de la mitad austral del disco, entre Tycho y el mar del Nectar. En el se ven cinco grandes circos, Geber, Tacito, Almanon, Abulfeda y Descartes acompañados de varios cráteres menores. Los mismos valles que separan esas montañas anulares son muy accidentados, pues en ellos una multitud de pequeñas colinas agrupadas en líneas paralelas se desplega en todas direcciones.

(1) Al hablar de leguas, el lector comprenderá que se trata de leguas francesas, cada una de cuatro kilómetros.

En cuanto á los que podremos llamar muros laterales de los circos, puede observarse que no están formados de alturas enteramente contiguas: grandes picos abruptos dominan el perfil de otras crestas de alturas distintas; y, en fin, puede igualmente notarse todavía, que sus recintos interiores se hallan á veces compuestos de dos líneas ó séries paralelas y circulares en forma de gradas.

Pero, ¿qué alturas son esas? ¿á cuánto se elevan sobre el nivel del suelo que las rodea, desde el fondo de sus recintos circulares, como tambien desde los valles exteriores? Cuestiones son estas que ofrecen, no solamente un interés de curiosidad, si no tambien de una grande importancia para el estudio topográfico y geológico de nuestro satélite.

Respecto de ellos son muchos los datos que poseemos, sin hablar de la medida de las alturas de un número determinado de montañas, practicada por los astrónomos, aunque de una manera imperfecta en los últimos siglos, diremos que Beer y Mættler han determinado la altura de 4,100 puntos conocidos en la superficie de la Luna. No entraremos en la esposicion de los métodos adoptados para esa clase de medidas, aunque son muy sencillas y estén basados en la geometría elemental. Nos limitaremos á dar á conocer los resultados.

En la proximidad del polo austral es donde se alzan las alturas mas elevadas y considerables de las montañas lunares. Dos picos correspondientes á los montes Dærfel y Leibnitz alcanzan una elevacion de 7,600 metros, muy superior, como se vé, á la de nuestro Mont-Blanc (4,815 metros). Desde la cumbre de una de esas montañas la vista abarcaría un horizonte de mas de 80



Fig. 21.—Formas circulares y elípticas de las montañas lunares.

kilómetros de radio, distancia ó estension muy grande, tratándose de un globo cuya curvatura es tan pronunciada.

Otras cuatro montañas esceden de 6,000 metros de altura; uno de los picos que se elevan al Oeste del recinto de Clavio mide 7,091 metros, desde el fondo de un cráter situado en un inmenso circo. La montaña anular de Newton, próxima al polo austral, se halla rodeada de muros que dominan el fondo del cráter á 7,264 metros, equivalente á la altura de la mas alta cima de los Andes. «La escavacion del cráter de Newton es tal, dice Humboldt, que jamás se vé iluminado su fondo ni por la Tierra ni por el Sol»; circunstancia debida tambien á su posicion extrema sobre el disco de la Luna. En fin, los montes *Casato* y *Curcio* se elevan aun á la respectiva altura de 6,956 y de 6,769 metros.

En las regiones boreales encuéntranse igualmente considerables alturas. Calipo, uno de los picos de la cadena del Cáucaso y Huygens, en los Apeninos, miden respectivamente 6,216 y 5,550 metros de altura. La cresta de esta última cadena tiene por uno de sus lados precipicios de una profundidad espantosa, y los picos de que está formada, proyectan sus sombras á una distancia de mas de 150 kilómetros.

Las montañas en forma de cúpulas ó de pirámides, aisladas en el centro de los circos ó de los cráteres, son generalmente menos elevadas que las alturas de sus recintos; pero si se miden sus alturas, desde el nivel del suelo inferior, se encuentran aun cumbres que esceden á las mas altas montañas de nuestra Europa. El piton del cráter de Tycho mide 5,000 metros de altura y el de Eratostenes, á la estremidad de la cadena de los Apeninos, elévase á su vez 4,800 metros sobre el fondo del circo.

Segun dice Humboldt, Beer y Mættler han medido

treinta y nueve eminencias, cuya elevacion escede á la de nuestro Mont-Blanc, y, como acabamos de decir, seis pasan de los 6,000 metros, es decir, que rivalizan con las mas altas cimas de las cordilleras de los Andes.

A la verdad, las proporciones de las montañas lunares no pueden compararse rigurosamente con las de las montañas terrestres. Estas se miden todas sobre un nivel comun, es decir, sobre la superficie del Océano. No existiendo tal punto de superficie en la Luna (1), las alturas se miden sobre el suelo de las llanuras circunvecinas. Cuando se trata de los cráteres la altura es ordinariamente mas considerable, sobre el fondo del recinto, que sobre el nivel exterior, y así se ha solido medir con frecuencia, las dos alturas.

De cualquier modo que sea, lo cierto es, que á proporcion las asperezas del suelo de la Luna, son mucho mas considerables que las de nuestro planeta. Los montes Dœrfel y Leibnitz son verdaderamente cerca de 1.200 metros mas inferiores que el famoso Gaurisankar del Himalaya; pero mientras que este gigante de las montañas terrestres no pasa de la 720^a parte del rádio del planeta, los montes Leibnitz y Dœrfel marcan una altura igual á la 225^a parte del rádio lunar; esto es, relativamente mas del triple.

(1) Las grandes planicies llamadas mares, aparecen en general de un nivel inferior al de los valles que se estienden entre los cráteres y los circos de las regiones montañosas. Su suelo es ademas mas igual, de modo que podria servir de nivel comun para medir las alturas; pero ignoramos que se haya determinado con alguna precision la diferencia de nivel de ambas regiones.

IX.

Topografía de la Luna.

Los cráteres, los circos y las cordilleras de montañas.

Los dos caracteres que distinguen profundamente las asperezas del suelo de nuestro satélite, de las montañas terrestres; son por una parte esa forma circular casi general, y por la otra la elevacion verdaderamente prodigiosa del mayor número de ellas.

Entremos ahora, en detalles mas circunstanciados y mas propios, como vamos á ver, para acentuar mas aun esta diferencia.

La mayor parte de las montañas de la Luna, ya hemos dicho que afectan la forma anular, bien que sus cumbres se redondeen en inmensos circos, rodeando una llanura, generalmente achatada, plana y lisa, ó todo lo mas erizada de algunos picos aislados, ó bien que se asemejan á un cono volcánico, cuya concavidad interior ó cráter se redondea en forma de copa ó embudo. Un pequeño número de ellas tienen en realidad la forma oval acentuada; pues la multitud de elipses que se notan sobre los bordes, no son sino círculos vistos oblicuamente. Existen, sin embargo, algunas, como se acredita por las figuras 21 y 23. La una de ellas, bastante

regularizada, se deja ver entre los circos Almanon y Abulfeda; otras dos, el circo Godin, al Sur de Agripa, y un recinto, además, circunscrito por colinas poco elevadas, entre Triesnecker y Agripa, ofrecen también con gran propiedad la forma elíptica. Hay otras semejantes en las demás regiones de la Luna; pero en bien corto número.

Las grandes llanuras se hallan limitadas por arcos circulares y rodeadas de altas montañas bastante escarpadas, que por su desarrollo tan considerable se han mirado como verdaderas cordilleras. El mar de las Crisis es el que tiene con más propiedad la forma de un circo; el mar de la Serenidad y el de las Lluvias se observan redondeados en una parte bastante considerable de sus contornos, afectando así el carácter de todos los accidentes del suelo lunar.

Acabamos de hablar de las cadenas montañosas. Existen, con efecto, en la Luna, algunas series de elevaciones que pueden muy bien asimilarse á las cordilleras de nuestras montañas terrestres, y vamos á citar las más importantes.

La mayor parte se encuentran en la parte boreal del disco.

Al Sudoeste del mar de las Lluvias, y en una longitud de 185 leguas, se eleva una sucesión de picos y de vertientes que separan esa gran llanura del mar de los vapores, y cuya enorme altura hemos citado ya. Esos son los Apeninos, y su dirección general es de Noroeste á Sudeste, de cuyo último límite arranca otra cadena, que corre de Oeste á Este, y que bajo la denominación de montes Karpacios, no es más que la prolongación de los Apeninos. Hacia la parte del Sur, y como á 160 ki-

lómetros próximamente de los Karpacios, se halla el gran circo radiante de Copérnico.



Fig. 22.—Cadenas de montañas lunares.—Los Apeninos.

Los montes Cáucaso y los Alpes limitan al Oeste y al Noroeste el mar de las Lluvias. La primera de estas cadenas está formada de una série de picos aislados, ó de agujas, algunos de los cuales marcan una elevacion de 6,000 metros. Los Alpes ofrecen tambien una estructura análoga.

Las demas cadenas de montañas lunares parecen en su mayoría como las que acabamos de describir, partes de inmensos recintos que imitan en su forma general á los circos de menores dimensiones. Tales son los montes Tauro y Hemo, que limitan el mar de la Serenidad y cuyas cumbres mas elevadas miden 2,750

y 2,020 metros de altura. Al Oeste del Tauro se divisa un cráter de 42 kilómetros de diámetro, cuyas esplanadas van elevándose hasta 5,535 metros de altura y es conocido con el nombre de Ræmer. Tales son también los montes Altaï y los Pirineos, que rodean al mar del Néctar: los Altaï marcan una estension de Norte á Sur, y á Sudoeste de unas 100 leguas; y esta es la mas estensa cadena lunar, despues de los Apeninos.

Los montes Urales, y los Rifeos, parecen fragmentos desprendidos de una cadena, antes mucho mas estensa, que probablemente separaba el mar de las Nubes, del océano de las Tempestades y del mar de los Humores.

Sobre el extremo del borde oriental del hemisferio visible, dos líneas paralelas de montañas han recibido el nombre de cordilleras y de montes de Alembert, los cuales se prolongan hácia el Sur por medio de los montes Rook. Sus alturas se destacan de perfil sobre el borde del disco, á una elevacion próximamente de 6,000 metros.

En fin, ya dejamos citadas las alturas tan prodigiosas de las dos cordilleras que rodean el polo boreal de la Luna; esto es, los montes Leibnitz y Dœrfel.

En resúmen, la configuracion de las montañas lunares difiere mucho de la de las montañas de nuestro globo. Mientras que las cadenas montuosas terrestres se estienden generalmente en línea recta, ó paralelas á un gran círculo de la esfera, formando una série de sistemas que se cortan en distintos ángulos, y cada uno de los cuales corresponde á una época particular de revolución geológica, las montañas de la Luna se hallan todas, ó al menos casi todas ellas, desplegadas en arcos de círculo, desde los mas pequeños cráteres y los circos hasta las mayores circunvalaciones que rodean las llanuras.

X.

Topografía de la Luna.

Las ranuras.—Las colinas.

En la época del plenilunio percíbense en algunas regiones del disco grandes surcos blanquecinos, ordinariamente rectilíneos, ó que por lo menos, sólo ofrecen ligeras curvaturas, la mayor parte tan estrechas, que se necesita una grande atención y grandes aumentos ópticos, á la vez que circunstancias atmosféricas bien favorables, para poder distinguirlos de los demás accidentes del suelo lunar. Durante las fases, esos surcos se presentan como líneas negras.

Estas son las *ranuras*. Sus dimensiones varían desde 75 hasta 72 leguas kilométricas de longitud, desde 500 á 5,000 metros de anchura. En toda la extensión de su curso varía bien poco esta anchura, y cuando aumenta, nunca es en las estremidades, si no en un punto cualquiera intermedio.

Las cortas dimensiones transversales de las ranuras bastarían ya por sí solas para distinguir las de las zonas luminosas radiantes, que ya dejamos indicadas y que describiremos pronto de una manera completa. Sin embargo, hay que notar entre ellas una diferencia por demás ca-

racterística. Mientras que las zonas luminosas no presentan eminencia alguna ni vertientes, y son accidentes totalmente superficiales del suelo, las ranuras, por el contrario, están formadas por hundimientos, cuyos bordes paralelos son bastante abruptos, aunque sin eminencias exteriores. Esta estructura es bien evidente cuando se las observa durante las fases que preceden ó siguen al plenilunio; pues entonces aparece cada una de ellas, segun hemos dicho, como una línea negra que indica la sombra proyectada por los bordes, sobre el fondo de la grieta.

La mayor parte de las ranuras se manifiestan aisladas, tan pronto corriéndose por el centro de los llanos como pasando por junto á los cráteres, ó atravesando tambien sus recintos. Muchas están limitadas por montañas, pero las hay que terminan sin que nada indique la presencia de un obstáculo á su prolongacion.

Hállanse en todas las regiones del suelo lunar, tanto en el país de las montañas como en las llanuras, y si parecen mas abundantes hácia el centro del disco, esto proviene, indudablemente, de la mayor facilidad que se tiene de percibir objetos tan delicados cuando se presentan de frente, sin el obstáculo de la oblicuidad de los rayos visuales.

En muchos puntos las ranuras se presentan en grupos de líneas paralelas, y tales son, por ejemplo, las que se estienden al Noroeste de Guttemberg; al paso que otras, en menor número, se entrecruzan ó se unen como venas, como sucede con las que se aproximan á Triesnecker, cerca del golfo del Centro. En fin, entre las ranuras aisladas, las hay que se hallan situadas por com-



Fig. 25.—Kamuras de Higinio y de Treisnoeker.

pleto en el interior de los circos, como la que atraviesa el gran valle circular de Petavio, sin tocarse con las vertientes. Los circos Almanon y Abulfeda (véase la figura

21) se hallan unidos por una ranura tangente con los dos recintos, que va ensanchándose del uno al otro, atravesando una serie de pequeños y medianos cráteres que surgen de los bordes de los dos circos.

La forma rectilínea es la mas general. Encuéntanse tambien, no obstante, a'gunas ranuras de formas tortuosas, como la que se estiende hácia el Noroeste de Aristarco. Esta ranura notable tiene su origen cerca de una montaña próxima á Herodoto; es estrecha al principio y poco profunda, y despues de describir dos ángulos agudos, se presenta mas ancha y escarpada. En las cercanias de Aristarco elévase bruscamente á una altura de mas de 1,000 metros sobre la llanura de alrededor; cambia luego de direccion para estenderse, serpenteando y ensanchándose en una dilatacion como de una legua; estréchase y se contrae luego considerablemente, yendo á terminar en el cráter de Herodoto, donde penetra, como en una embocadura fluvial.

La profundidad de las ranuras suele ser tan considerable, que en algunas es de 400 y hasta de 500 metros.

Tales son las particularidades mas interesantes que ofrecen esos canales huecos, esos surcos estraños, especie de hendiduras del suelo lunar, cuya forma contrasta tan completamente con la de la mayor parte de las montañas que cruzan la superficie de nuestro satélite.

Hasta fines del último siglo no se observaron por primera vez las ranuras, habiendo sido Schæter, uno de los mas profundos observadores modernos, á quien es debido su descubrimiento.

El dia 5 de diciembre de 1788, el astrónomo de Lilienthal descubrió la ranura de *Higino*, que es, por

cierto, una de las mas curiosas de todas, como que atraviesa diez cráteres de 2 á 3 kilómetros de anchura y abre brecha en los muros de Higinio, el mayor de todos, como lo han reconocido mas tarde Beer y Mædler. Puede notarse en nuestro dibujo casi la totalidad de esa ranura notable.

Otros observadores, como Pastorf, Gruithuysen y Lohrman descubrieron otras muchas, si bien fueron los laboriosos autores del *Mapa selenográfico* los que han observado el mayor número de esas formaciones singulares. Merced á ellos, conocemos hoy ya mas de cien ranuras distribuidas en todas las regiones del hemisferio visible.

Pero, ¿cuál puede ser el origen de esos largos y estrechos valles?

Schrœter, que creia la Luna habitada; que sospechaba la existencia de una ciudad situada hácia el Norte del cráter de Mario; que se ocupa incesantemente en sus obras sobre las artes, la industria y la cultura social de los habitantes de la Luna; Schrœter, repito, no podia dudar del origen artificial de esas ranuras. Segun él son canales abiertos por los selenitas para satisfacer las exigencias de sus relaciones comerciales.

Al citar esta opinion el doctor Gruithuysen, otro de los partidarios convencidos de la existencia de los habitantes de la Luna, no opone dificultad para admitir la interpretacion de Schrœter. Pero el docto profesor ha tomado mas de una vez las fantasías de su imaginacion por realidades.

En fin, se ha dicho tambien que las ranuras no son sino los lechos de torrentes y de los rios de la Luna.

Estas dos hipótesis son inverosímiles.

¿Cómo, en efecto, suponer que los habitantes de la Luna hayan podido ejecutar obras de arte tan gigantescas? Los canales de nuestros países civilizados, donde hay muchos ya tan considerables y que reclaman tanto tiempo y tantos esfuerzos para llevarse á término, no serian sino simples zanjas de niños comparados con los gigantescos canales de la Luna. De muchos kilómetros de anchura y de muchos centenares de metros de profundidad, se dilatan á veces por espacios que llegan y aun esceden de 60 leguas; comprenderáse por lo mismo la imposibilidad material de abrir semejantes cauces, y, sobre todo, ¿dónde estarían colocados los materiales ó los escombros producidos por tan inmensas escavaciones?

Evidentemente Schræter y Gruithuysen no debieron tener en cuenta estas dificultades, ó por lo menos no se harian cargo de las dimensiones verdaderas que presentan la mayor parte de las ranuras.

La otra interpretacion tampoco parece mas probable. Ya veremos luego que está demostrada ó poco menos la ausencia de agua y de todo otro cualquier líquido en el mundo de la Luna; por cuya razon las ranuras nunca podrian ser mas que lechos de rios desecados, cuya existencia se remontase á las edades primitivas. Mas la forma rectilínea que presentan, con sola una ó dos escepciones, pareceria en este caso bastante estraña, por lo menos, tratándose de un suelo accidentado, como lo es el de la Luna. Además, es difícil concebir cómo un caudal de agua corriente haya podido abrir cauces tan profundos y tan prodigiosamente superiores bajo este punto de vista á los lechos de los rios terrestres, sobre todo, si se tiene en cuenta que en la superficie de

la Luna la gravedad alcanza seis veces menos intensidad que en la Tierra.

Nosotros no podemos, evidentemente, razonar, sino por simple analogía, de los fenómenos que presentan los cuerpos celestes, comparándolos con los que observamos en nuestro globo.

Las leyes de la materia son, no obstante, en la Luna iguales á las de la Tierra, por lo cual nos es imposible de todo punto concebir la existencia de rios, cuya mayor anchura se marca en medio de su curso, que suben por los flancos de las montañas, que franquean sus crestas y terminan bruscamente en uno ú otro de sus extremos.

En algunas ranuras la longitud apenas excede de diez ó doce veces la anchura, al paso que en los rios terrestres, esta relacion es centenares de veces mas considerable.

Parécenos, pues, por lo tanto, lo mas probable que las ranuras no deben su origen ni á obras artificiales ni al movimiento de las aguas. Falta saber ahora si las fuerzas naturales que han podido producir los demás accidentes del suelo lunar, pueden explicar esas formaciones que tan completamente difieren de las primeras por su estructura.

XI.

Topografía de la Luna.

Cráteres radiantes.—Zonas luminosas.—Hipótesis diversas sobre la naturaleza de esas mismas zonas.

La fisonomía de las diversas regiones del suelo lunar cambia de un día á otro, segun que los rayos solares, cayendo mas ó menos oblicuamente sobre la superficie, producen un contraste mas ó menos marcado de sombra y de luz. Todas las asperezas, circos, cráteres ó colinas proyectan en oposicion del Sol, es decir, hácia el lado oriental del disco (1), sombras cuya longitud va disminuyendo, desde la época del nacimiento del astro hasta la del meridiano lunar. Estas sombras pasan entonces á la parte occidental para volver á tomar, en sentido inverso, sus longitudes crecientes, hasta el momento en que se pone el Sol para las regiones observadas. Desde el novilunio hasta el plenilunio son las salidas del Sol las que vemos en nuestro satélite, durante la declinacion lunar, por el contrario, tenemos el espectáculo de las posturas del astro para todos los meridianos del hemisferio visible.

(1) En nuestra descripción de la Luna, la orientacion se refiere siempre al observador terrestre: para un habitante de la Luna las palabras *Oriente* y *Occidente* deberian invertirse.

Con todo, fácil es concebir que las sombras proyectadas por las montañas del borde occidental al ponerse el Sol y por las del borde oriental á su salida, son poco menos que invisibles, ocultas, como se hallan para nosotros por las vertientes luminosas. En las épocas opuestas las sombras de las regiones de los bordes son visibles; pero solo las vemos muy oblicuamente, por los efectos de la perspectiva.

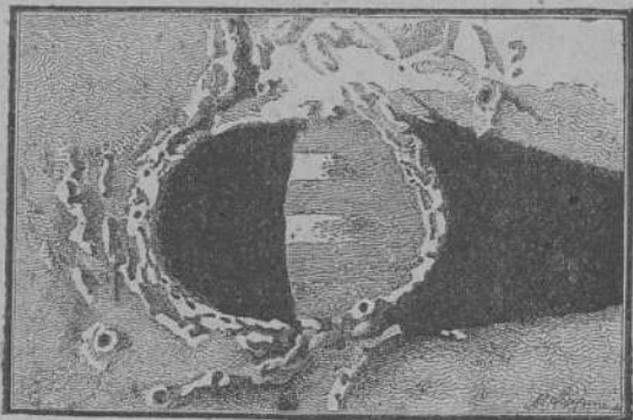


Fig. 24.—Cráter lunar despues de la salida del Sol.

Sobre todo, las regiones centrales, situadas á una parte y á otra del primer meridiano, son las que la iluminacion solar permite distinguir sin obstáculo, especialmente las inmediatas á la línea de separacion de la luz y de la sombra. Entonces todos los cráteres y los circos se miran perfectamente detallados; la sombra negra invade por una parte el reverso interior de las

cavidades y por otra el declive exterior de sus muros; á la vez que los altos pitones mismos proyectan á lo lejos sus prolongadas sombras. Por la parte opuesta una luz viva ilumina los objetos y dibuja los recortes de sus formas con sus contornos completamente visibles. Ya hemos visto, además, cómo midiendo las sombras proyectadas por las montañas, es como se ha podido también llegar á medir con precision sus alturas sobre el nivel del suelo que las rodea.

En la época del plenilunio ya no es el contraste de la luz y de las sombras proyectadas el que hace visibles los accidentes del suelo; sus relieves solamente son perceptibles á causa de la intensidad de su brillo.

Esta intensidad depende de dos causas: una de ellas, puramente óptica proviene del ángulo, bajo el cual nos reflejan los objetos los rayos luminosos, y ese ángulo está en relacion con las inclinaciones mismas de las diversas vertientes de las montañas. La otra causa es inherente á la naturaleza misma de las sustancias que componen tal ó cual region de la Luna, y á la diferencia de sus potencias reflectoras, á cuya última razon es necesario atribuir, por cierto, las tintas sombrías que caracterizan las grandes manchas agrisadas de los mares, ó, mejor dicho, de las llanuras y cuyo aspecto contrasta tan poderosamente con el suelo de las regiones montañosas. A esta misma causa es probablemente á la que muchos circos, tales como Platon y Grimaldi, deben el color oscuro de sus cavidades; mientras que otras montañas son tan brillantes, que se ha llegado á suponer que son volcanes en ignicion: tal es Aristarco, que se deja percibir distintamente durante los eclipses ó en el fondo de la luz cenicienta, un poco antes del primer cuarto.

Hablemos ahora de esas apariencias tan singulares, conocidas con el nombre de *zonas ó bandas luminosas*; las cuales son visibles, principalmente durante el plenilunio.

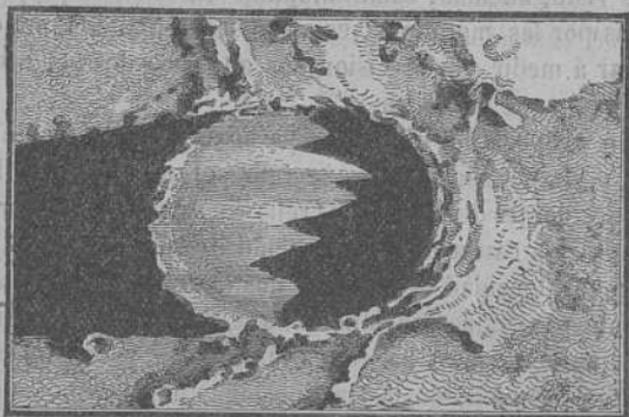


Fig. 25.—Cráter lunar antes de la puesta del Sol.

Las bandas luminosas se distinguen de las manchas en que la luz oblicua de los rayos solares las hace desaparecer, ó, por lo menos, las hace mas difíciles de ver, mientras que, por el contrario, brillan en todo su esplendor cuando dicha luz cae perpendicular sobre el suelo.

La mayor parte forman sistemas radiantes que tienen por centro algunos de los principales cráteres ó circos lunares.

De todos estos singulares sistemas, el mas considerable es el que nace de Tycho. Figurémonos, mas de cien bandas luminosas de una latitud variable, divergiendo



Fig. 26.—Bandas luminosas de Copérnico, de Tristarco y de Képler.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

en todos sentidos hácia el Norte y hácia el Mediodía, hácia el Este y hácia el Oeste, como otros tantos meridianos trazados en torno de Tycho, como polo central, corriendo con la misma intensidad por las montañas y por las planicies, franqueando las escarpadas vertientes de los circos y yendo á perderse á distancias muy variables, pero la mayor de las cuales alcanza 5.000 kilómetros, mas de la cuarta parte de la circunferencia de la Luna.

Estas zonas de viva luz no son, como se ha notado desde luego, estribos ó contrafuertes de montañas; no son tampoco valles prolongados. En efecto, en uno ú otro caso sus bordes proyectarian sombras tan presto en un lado como en otro, siguiendo la incidencia de los rayos del Sol, cuando por el contrario son siempre igualmente brillantes en toda su anchura, que mide hasta 20 ó 50 kilómetros.

Muchos sabios han dicho que el sistema radiante de Tycho, sólo era visible en la proximidad del plenilunio y esto es un error. Tengo á la vista las preciosas fotografías lunares obtenidas por Mr. Warren de la Rue durante toda la lunacion, y es bien fácil distinguir las bandas luminosas, por lo menos las mas brillantes, desde el primero hasta el último cuarto de la Luna. La verdad es, con todo, que durante la época del plenilunio es cuando se las vé detallarse con mas nitidez y con mas brillo.

Tycho es la única montaña radiante del hemisferio austral; pero en cambio, repito, este es el mas notable de todos los sistemas.

En el hemisferio boreal, por el contrario, son muchas las montañas radiantes; Copérnico, Aristarco y

Képler, todas tres situadas en el centro ó en las orillas del océano de las Tempestades, son de las mas brillantes. Las bandas luminosas que parten de cada uno de sus cráteres, no solamente son mas cortas de estension que las de Tycho, sino que tambien se hallan con mas irregularidad distribuidas. Las de Aristarco, por ejemplo, sólo irradian del Sudoeste al Sudeste, y no las hay en toda la periferia boreal del cráter. En cambio, los tres sistemas radiantes parecen hallarse en conexión los unos con los otros, y muchas de sus bandas van á reunirse, lo cual tal vez depende puramente de su proximidad.

Como las bandas de Tycho, las de Kleper, de Copérnico y de Aristarco, son tambien visibles aun despues del plenilunio.

Euler, Mayer, Timocharis y Erathostenes son tambien montañas radiantes, situadas, como las tres precedentes, en la parte oriental del hemisferio boreal, si bien sus bandas luminosas se estienden á menor longitud.

La parte occidental del mismo hemisferio contiene todavía á Proclo, al este del mar de las Crisis; Cassini, y, finalmente, Aristilo y Autólico, tres cráteres situados á corta distancia uno del otro en las lagunas de la Putrefaccion y de las Nieblas; las bandas radiantes de estas últimas montañas se reunen lo mismo que las de Kepler y de Copérnico. Por lo demas, es menester no confundir estas fajas luminosas con los declives escarpados que nacen de los muros de Aristilo y de Autólico, y que se han comparado con escrescencias volcánicas y corrientes de lava.

Además de éstos sistemas radiantes, cada uno de

los cuales tiene por centro una montaña anular, percíbense aun, sobre el disco de la Luna, algunas bandas luminosas que se presentan como aisladas é independientes de todos los sistemas de montañas visibles. Las inmediaciones de Copérnico ofrecen algunas, cuya dirección no es la de un radio del cráter central. Otra atraviesa de parte á parte de Sur á Norte el mar de la Serenidad. Partiendo del cráter escarpado de Menelao, corre en línea recta sobre el suelo llano y uniforme de las llanuras limítrofes, atraviesa el cráter Bessel y va á perderse en el lago de los Sueños. Aunque Menelao es centro de algunas bandas radiantes, la de que se trata no parece corresponder á su sistema. Mr. Webb la supone, con mucha oportunidad y fundamento, como la prolongación de una de las bandas de Tycho, de esa misma que hemos visto estenderse á una distancia de 750 leguas, á partir desde el centro de que emana.

¿Cuál es, pues, la naturaleza de tan singulares apariencias, cuál el origen de sus sistemas? Problema muy interesante, pero difícil por demás de resolver. Ya hemos dicho que es imposible confundirlas con los surcos blanquiscos de las colinas lunares, porque éstas, formando relieve ó eminencias sobre la pláncie del suelo, proyectan, cuando es favorable la incidencia de los rayos solares, sombras pronunciadas en cada lado. Se ha creído que esas bandas eran producidas por corrientes de lava, que hubieran impreso sus huellas brillantes sobre la parte de superficie que hubieran recorrido; pero en tal caso, ¿cómo explicar su prodigiosa longitud? ¿Cómo darse cuenta de su marcha, sobre los mas elevados crateres?

Las bandas luminosas se ha dicho también que están

formadas de materias blancas y cristalinas, dotadas de un gran poder reflector y que emergen por las hendiduras del suelo de la Luna dislocado por las erupciones volcánicas; pero esta hipótesis está sujeta á fuertes objeciones y no tiene mas visos de probabilidad que las precedentes. Segun Mr. Babinet, únicamente á la estructura de la superficie deben atribuirse esas misteriosas apariencias producidas por la reflexion de la luz solar sobre las facetas del suelo, fenómeno luminoso análogo al que presentan ciertas geodas cristalinas.

En fin, un eminente observador, Mr. de Chacornac, ha emitido una teoría que va unida á todo un sistema de geología lunar, y que espondremos á su tiempo, desenvolviendo con tal motivo las ideas de este sábio, sobre los períodos de la formacion del suelo de la Luna.

XII.

Hemisferio invisible de la Luna.

¿Existe alguna diferencia entre la constitucion física de los dos hemisferios visible é invisible?

¿Vuelve siempre la Luna la misma faz á la Tierra?
¿Ha sido y será siempre así? Arago, que propone la misma cuestion en la *Astronomía popular*, cita en apoyo de la afirmativa algunos versos de un poeta antiguo, reproducidos por Plutarco, y cuyo sentido bastante vago, ciertamente, creemos que está bien lejos de probar cosa alguna. Que Agesianax y sus contemporáneos hayan visto en el disco, cubierto de manchas sombrías y brillantes, una figura humana, como aun cree verla el vulgo de nuestra época, es un testimonio bien débil en favor de la constancia del hecho en cuestion.

Las observaciones modernas y la teoria, sobre todo, son mas convincentes. Laplace ha demostrado que «la causa que ha establecido una igualdad perfecta entre los movimientos medios de rotacion y de revolucion de la Luna, quita para siempre á los habitantes de la Tierra la esperanza de descubrir las partes de la superficie opuesta al hemisferio que nos presenta. La

»atraccion terrestre, al atraer sin cesar hácia nosotros
»el eje mayor de la Luna, hace participar á su movi-
»miento de rotacion de las desigualdades seculares de
»su movimiento de revolucion y dirige constantemente
»el mismo hemisferio hácia la Tierra.»

De esta suerte, ved ahí, nuestra curiosidad para siempre limitada y la imaginacion de los inventores de hipótesis mas libre para forjarlas en apariencia al menos. Si los antiguos llegaron á suponer el hemisferio invisible de la Luna de forma cóncava ó acaso semi-transparente, nada tiene de particular, tratándose de personas, cuyas nociones de astronomía física eran casi completamente nulas. Pero lo que nos debe parecer mas estraño, es que los modernos hayan imaginado que el hemisferio opuesto á la Tierra contenga el agua, el aire y los habitantes que faltan en el otro hemisferio vuelto hácia nosotros, y que éste último tenga el privilegio, ó la desventaja, si se quiere, de estar erizado de asperezas abruptas y peñascosas.

Difícil seria refutar aserciones tan desprovistas de verosimilitud, y que, por otra parte, son puramente gratuitas, si de observaciones positivas no se dedujera la condenacion formal de ellas. Cuando se dice, en efecto, que la Luna vuelve siempre la misma faz hácia la Tierra, esto no es rigurosamente exacto, y véase por qué:

La revolucion de la Luna, al rededor de la Tierra, se efectúa con una celeridad variable, mientras que su movimiento de rotacion es uniforme. Resulta de esta falta de concordancia entre ambos movimientos, que la Tierra se halla unas veces al oriente, y otras al occidente del punto del espacio opuesto al punto mismo de

la superficie de la Luna, considerado como centro del hemisferio visible. Por eso descubrimos ya al oeste, ya al este, regiones del borde, que sin esta circunstancia permanecerían ocultas siempre á nuestra vista.

Por otra parte, la inclinación del plano de la órbita lunar, junta á la de su ecuador sobre el plano de la órbita terrestre, hace que la Luna nos presente, tan pronto el polo norte, tan pronto el polo sur de su globo; descubriéndonos así, además, una parte determinada de sus regiones polares.

De estas dos *libraciones*—tal es el nombre que científicamente se da á esos movimientos—resulta ya, que de mil partes de la superficie lunar, quinientas sesenta y nueve, es decir, mas de la mitad son visibles para un observador colocado en el centro de la Tierra, mientras que solo cuatrocientas treinta y una pueden serle desconocidas.

Pero no es únicamente el centro de nuestro globo, desde donde observamos la Luna, sino tambien de todos los puntos de su superficie, aun los mas distantes los unos de los otros; y como las dimensiones de la Tierra son bastante apreciables comparadas con su distancia á la Luna, resulta que dos observadores colocados en dos puntos distintos del esferoide terrestre, no verán el centro del disco lunar en el mismo sitio de la superficie; ó, lo que es lo mismo, perciben diferentes partes de sus bordes. Esto aumenta todavía las dimensiones de la parte de la Luna que nos es accesible, de tal suerte, que por un cálculo aproximado, de mil partes, cuatrocientas veinte y cuatro solamente quedan, definitiva y absolutamente, ocultas á nuestras miradas, quedándonos las restantes quinientas setenta y seis visibles. Asi, pues, de

los 38 millones de kilómetros cuadrados de que, como ya dijimos, se compone la superficie total de nuestro satélite, podemos observar unos 22 millones próximamente.

Desde el este al oeste la parte de la Luna, desconocida siempre de la Tierra, comprende una estension superficial de 4,118 leguas; de norte á sur hay 4,133 leguas, y desde la latitud boreal de 40° á la misma latitud austral se miden así mismo 4,085 leguas. Pues bien, las mismas dimensiones, calculadas respecto de la superficie visible, son, respectivamente de 4,353, de 4,517 y de 4,567 leguas, segun Beer y Mædler.

Toda una zona, y zona bastante estensa, del hemisferio lunar opuesto á la Tierra, es, por consiguiente, accesible á la vista del hombre.

Ahora bien, «las observaciones no nos han hecho » advertir —, son los dos mas laboriosos exploradores de » la Luna los que hablan—, diferencia alguna esencial » entre las comarcas que forman la sétima parte de la » superficie lunar, oculta á nuestras miradas, y las que » que nos son conocidas; hállanse allí los mismos paisajes » montañosos y los mismos mares—, las llanuras así » apellidadas.—Al otro lado del polo norte percíbense » grandes valles circulares, separados por cadenas de » montañas de mediana altura, ó por llanuras lisas de » una estension menos considerable, análogas á las que » descubrimos en las regiones árticas, del lado de acá del » polo norte. Al noroeste el *mar de Humboldt*, cuyas altas » montañas, que le rodean, son bastante perceptibles, » se estiende hasta el hemisferio que nos es invisible, » y lo mismo sucede con algunas partes del *océano de » las Tempestades*, al este, del *mar Austral*, al sudoeste

» te, y de la gran superficie *Kästner*, cuya estension se
» aproxima á la de los pequeños mares, al oeste... Casi
» directamente hácia el oeste, elévanse las altas cum-
» bres de los montes de *Alembert*, parecidos á esos otros
» menos elevados de las *cordilleras* del hemisferio visi-
» ble. Hácia el polo Sur, en fin, percíbese igualmente, por
» ambos lados, una aglomeracion de alturas colosales y
» de profundidades enormes; las grandes desigualdades
» que accidentan el horde lunar, pertenecen, en su ma-
» yor parte, al hemisferio que se nos oculta.» (Beer y
» Mædler.)

Por lo dicho se comprenderá que nada autoriza á con- siderar al hemisferio de la Luna, opuesto al otro medio hemisferio visible desde la Tierra, como dotado de una configuracion diferente de este último; y este hecho debe atenuar nuestro disgusto por hallarnos condenados á no poder ver mas que una parte de toda la superficie de nuestro satélite. Las regiones visibles, son, por lo demas, bastante notables, por la variedad de su configuracion, para ofrecer un ancho campo á los estudios de geología y de topografía lunares. Así, pues, á penetrar las causas, á descubrir el origen de la formacion, de los accidentes del suelo de la Luna, es á lo que deben dirigirse los esfuerzos, los estudios y aspiraciones de todos aquellos que no limitando su curiosidad científica á la comprobacion pura y simple de los hechos, aspiran, además, á conocer y saber el verdadero significado de las leyes, ó la razon fundamental de las cosas. Bajo este punto de vista, lo repito, el hemisferio visible de la Luna ofrece amplia materia á las investigaciones de los verdaderos sábios.

CAPITULO TERCERO.

GEOLOGIA DE LA LUNA.

XIII.

Constitucion volcánica del suelo lunar.

Origen ígneo de las montañas de la Luna.—Períodos de formacion.

Las montañas de la Luna son de origen volcánico.

Este es un hecho capital que se desprende lógicamente de la forma redondeada ó anular de los grandes valles, de los circos y de todas las cavidades, más pequeñas, á las cuales se ha dado, como ya hemos visto, el nombre de cráteres.

Desde mucho tiempo há, todos los astrónomos han convenido en considerar las formaciones del suelo lunar como producidas por una reaccion de las fuerzas internas contra la corteza exterior del globo. Roberto Hooke atribuyó estos fenómenos «á la esplosion de fuegos sub-
» terráneos, á la irrupcion de vapores elásticos, ó acaso
» tambien á un hervidero, cuyas burbujas han venido á
» taladrar su superficie. Experimentos hechos con cal-
» cárea en ebullicion parecieron confirmar sus observa-
» ciones, y desde entonces vienen comparándose las cir-

» cunvalaciones y sus montañas centrales, con las formas del Etna, del pico de Tenerife, del Hecla y de los volcanes de Méjico.» (Humboldt.)

Sir John Herschel no es menos afirmativo en este punto. «Las montañas lunares, dice, ofrecen en el mas alto grado el verdadero carácter volcánico, tal como lo presenta el cráter del Vesubio y los territorios volcánicos de los Campos Flegreos, ó del Puy-de Dome.» (Outlines of Astronomy.)

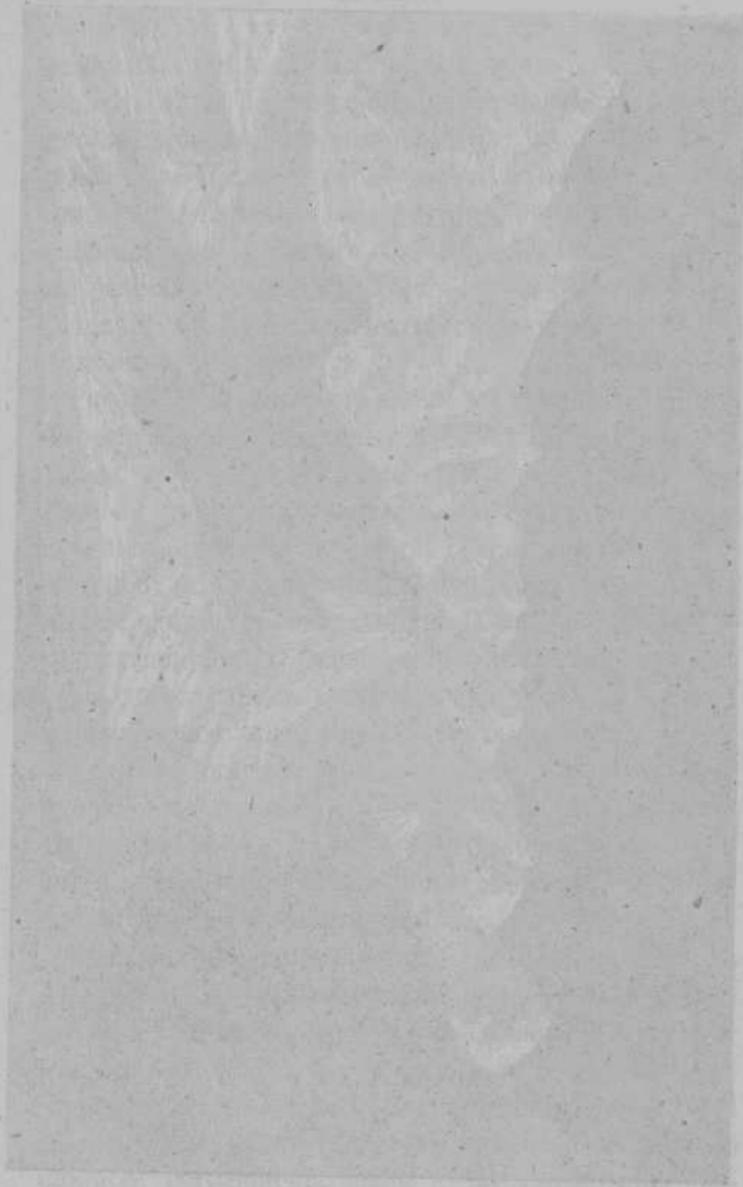
Pero si el origen igneo parece ser el único verosímil respecto de todas las asperezas montañosas y crateriformes, no es decir esto que sean únicamente el producto de erupciones volcánicas, en el sentido rigurosamente estricto de la palabra. La Luna ha sido en un principio, como la Tierra, un globo fluido, en cuya superficie el enfriamiento, debido á la radiacion calorífica ha determinado la formacion de una corteza sólida, y esa corteza misma es el sitio en que se han operado los fenómenos subsiguientes, cuyas huellas subsisten hoy bajo la forma de asperezas de tan distintas dimensiones; y las causas de esa série de accidentes, son, indudablemente, las fuerzas expansivas de los gases y de los vapores, que la elevada temperatura del núcleo central desarrollaba incesantemente.

La corteza sólida de la Luna fué en su origen menos densa, y menos resistente por lo mismo; y como quiera que no habia sufrido todavía trasformacion alguna por sacudimientos anteriores, debia presentar en todas partes, poco mas ó menos, la misma homogeneidad y el mismo espesor. La fuerza expansiva del gas, obrando entónces perpendicularmente á las capas superficiales, y siguiendo las líneas de menor resistencia, debió



Fig. 27.—Vista interior de un circo, segun un dibujo de Mr. Nasmyth.

PLATE 1. THE INTERIOR OF THE TEMPLE OF KARNAK, THEOLOGY.



THE TEMPLE OF KARNAK, THEOLOGY.

romper la corteza, produciendo montañas de forma circular. Puede, sin duda, atribuirse á ese período el hecho de la formación de esas circunvalaciones inmensas, cuyo interior se halla ocupado por esas llanuras apellidadas mares. Ya hemos hecho notar, por nuestra parte, la forma circular del mar de las Crísis y las de los de la Serenidad, de las Lluvias y de los Humores. Sus recintos medio destrozados por revoluciones posteriores, forman aun hoy las mas prolongadas séries de asperezas del suelo lunar y las cadenas montañosas de los Karpacios, de los Apeninos, del Cáucaso, de los Alpes, y de los montes Hemo y Tauro.

Sobrevinieron luego otros trastornos geológicos; pero que producidos en una época, en la cual la corteza del globo lunar habia adquirido mayor espesor y consistencia, ó bien que, proviniendo de fuerzas elásticas menos considerables, dieron lugar á la formación de los grandes circos de inferiores dimensiones ya á las primitivas. Tales parecen ser los circos de Shickardt, de Grimaldi y de Clavio.

Apareció en seguida una multitud de circos de medianas dimensiones, cuyos recintos ocuparon por completo el suelo de la Luna, y que correspondian generalmente al centro mismo de las circunvalaciones primitivas. Fácil es comprender la causa de la sucesiva disminución de las montañas anulares, de los cráteres y de los circos. Cada uno de estos es debido, como ya dijimos, á una especie de hervor en burbujas, cuyo hundimiento ha producido en el interior una cavidad de forma elíptica, y los bordes, uno ó muchos circuitos en forma de muros. Ahora bien, las dimensiones de esos levantamientos debieron estar en relacion con la intensidad de

la fuerza interna que les produjera, y con la resistencia de la corteza sólida ó mejor dicho pastosa del globo lunar. Es probable que esas dos causas hayan concurrido para producir los efectos antes designados; de suerte, que en general, puede decirse que las mayores circunvalaciones y los mas grandes circos ó cráteres son los que primero se formaron.

Mas ha llegado el momento de establecer una diferencia entre las dos naturalezas del suelo que caracterizan la superficie de nuestro satélite; la primera constituye eso que se ha llamado, desde el principio, suelo continental; y es el de las regiones montuosas, que ocupan casi toda la parte austral del hemisferio visible. «Su estructura porosa, dice un observador muy familiarizado con los estudios selenológicos, Mr. de Chacornac (1), su gran poder reflector, y, sobre todo, su elevacion sobre las planicies, las distinguen completamente del suelo nivelado, cuyo matiz oscuro y cuya superficie plana y lisa, le dan todas las apariencias de las llanuras de aluvion, segun la espresion de sir J. Herschel.»

Los mares de la Luna, ¿son, con efecto, llanuras de aluvion? No precisamente, en el sentido terrestre de esta palabra. El astrónomo que concluimos de citar, rechaza, en efecto, esta espresion como impropia; pero se apoya en muchos é interesantísimos fenómenos para admitir, que al período primitivo en que han aparecido las mas grandes circunvalaciones ha reemplazado un diluvio general, ó una expansion cenagosa. «Esta expansion sepultó bajo una masa negruzca, mas de dos terceras partes de la superficie visible de la Luna, el

(1) Nota sobre las apariencias del suelo lunar.

» fondo de todos los grandes cráteres, estendiéndose
 » sensiblemente, sobre un mismo nivel, de un extremo á
 » otro. »



Fig. 28.—Diferencia de estructura de las llanuras lunares y de las regiones montañosas.—Mar de los Humores.

En efecto, entre los cráteres innumerables, cuyas cavidades criban la superficie del suelo lunar, los unos presentan en su interior una escavacion de forma regularmente cónica, ó muchas veces elíptica, perfectamente acanalada y cuyos bordes ó muros se hallan intactos.

Otros, por el contrario, tienen sus muros rotos por varias partes y el fondo de la cavidad plano y nivelado con el suelo de los valles contiguos. Sobre todo, á orillas de los mares es donde se encuentran, con preferencia, esos cráteres en parte demolidos y cuya cavidad es evidente que se llenó por la expansion cenagosa que señala M. Chacornac. «La configuracion de esas orillas

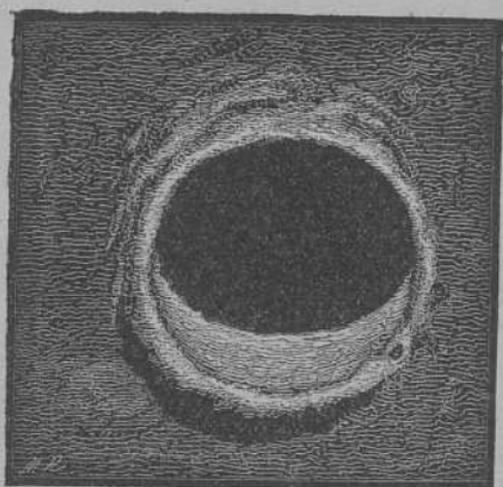


Fig. 29.—Círculo de fondo elíptico en forma de copa.

» presenta grandes bahías semicirculares, cuya entrada
 » está, en parte, obstruida también por los escombros
 » del muro arruinado, precisamente en la dirección del
 » mar como sucede en el fondo del cráter de la isla de
 » San Pablo, en el Océano Índico, invadida hoy por las
 » aguas del océano.» El golfo de los Iris, á la orilla del
 » mar de las Lluvias, es uno de los más notables ejemplos

de esta invasion. Sin embargo pueden citarse otros muchos, entre los cuales designaremos, como al acaso, Hipalo y Doppel Mayer, en el mar de los Humores; Davy y Bonpland, en el de las Nubes; y Fracastor, en la ribera austral del mar del Nectar. Muchos de los cráteres abiertos en el mismo interior de las llanuras se presentan, en parte, cubiertos por la misma irrupcion de ma-

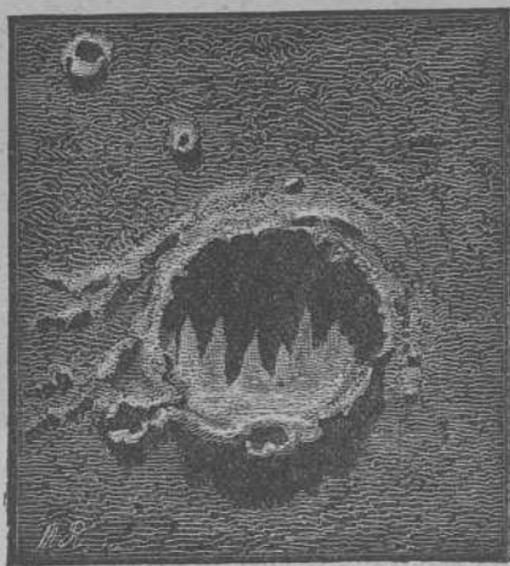


Fig. 50.—Circo lunar de fondo plano.

terias liquidas; Mr. Chacornac cita los circos Kies y Lubiniezky, como tipos curiosos de esta formacion. «Cada uno de ellos presenta muros de 45 leguas próximamente de circunferencia, que se elevan á pico en el centro de un desierto inmenso, hasta 200 ó 300 metros de altura.»

Otros circos parecen casi por completo sepultados, de cuyas paredes sólo se perciben débiles vestigios. Citaremos un circo inmenso, próximo al cráter Flamsteed, que se elevó despues, sobre los bordes del primitivo recinto.

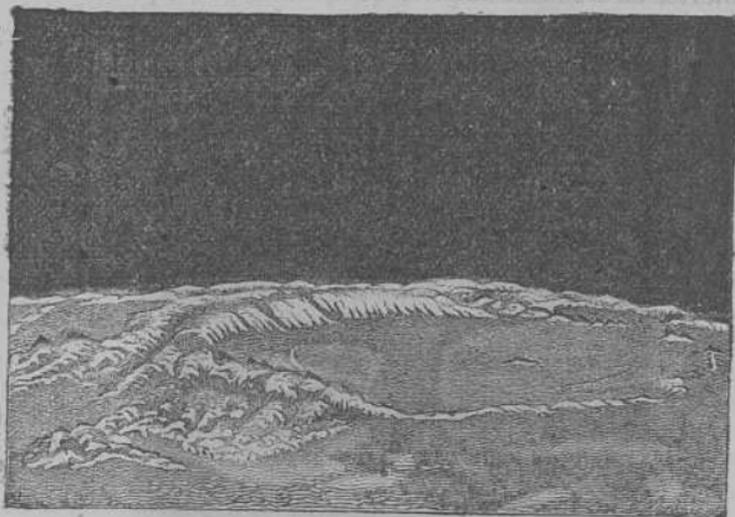


Fig. 51.—Cráter obstruido sobre las riberas del Océano de las Tempestades, segun un dibujo de Mr. Chacornac.

Segun esta opinion, á la cual, los hechos observados prestan un gran viso de verosimilitud, se vé que la diferencia de aspecto entre el suelo de las montañas y el de las llanuras es debida á una diferencia de origen. Asi se esplica entonces «la apariencia áspera, rugosa y accidentada de asperezas y de repliegues escoriformes, » que dan al suelo continental el aspecto de la escoria de hierro. » Asi se comprende tambien el contraste que presenta «la apariencia plana de las superficies nom-

»bradas marítimas semejantes al yeso colado, ó, mejor
»dicho, á una llanura inmensa de cieno desecado.»

Ahora bien, ¿á qué causa puede atribuirse la aparición de ese diluvio? Difícil es responder á esta pregunta, cuya solución exigiria el conocimiento perfecto de los estados anteriores, por los cuales ha pasado nuestro satélite. El sábio observador, á quien debemos las conjeturas tan curiosas que preceden, atribuye el origen de las erupciones cenagosas á la precipitación de los gases, no permanentes, que constituian en otro tiempo la atmósfera lunar. «Compréndese, en efecto, dice, que habiendo llegado nuestro satélite á cierto grado de enfriamiento, la presión atmosférica favoreció la precipitación de los gases y de los vapores, que se distribuyeron en forma de lluvia por todos los puntos de la superficie y rellenaron así los grandes cráteres formados por todas partes, mientras que los de la época posterior á la consolidación de esos fluidos están completamente libres de todo depósito sedimentario.»

XIV.

Constitucion volcánica del suelo lunar.

Los volcanes de la luna comparados con los terrestres.

Hay, como hemos visto, entre los volcanes de la Luna y los volcanes terrestres, al mismo tiempo que ciertas analogías, otras diferencias fáciles de comprender.

El carácter comun ó de semejanza consiste principalmente en el origen ígneo ó plutónico, como suelen decir los geólogos; pero es probable que los fenómenos que han sido en el globo lunar la consecuencia de acciones interiores, no hayan tenido lugar de la misma manera que los fenómenos eruptivos terrestres. Pueden asignarse á esta diferencia distintas razones. Desde luego, las sustancias componentes de la masa de nuestro satélite, deben ser indudablemente distintas de las que forman el núcleo de la Tierra, ó por lo menos, como es sabido con certeza, sus densidades medias difieren mucho. Siendo la gravedad de la Luna en su superficie seis veces menor que en la superficie de nuestro globo, debe comprenderse cuanto puede este solo elemento modificar los efectos de las acciones subterráneas. En fin, á la ausencia, ó por lo menos, á la falta extrema de densidad de la atmósfera lunar, comparada con la envoltura tan considerable que desde el principio rodea á

la Tierra, se agregan las causas que acabamos de enumerar, para explicar las diferencias tan esenciales que ofrecen los fenómenos eruptivos de los dos globos.



Fig. 32.—El pico de Tenerife, y sus alrededores: detalles topográficos, según Piazzi Smyth.

Los conos de erupcion de los volcanes terrestres elevanse por punto general á una grande altura sobre el nivel del suelo de las llanuras que los rodean, al paso que el cráter propiamente dicho ofrece una profundidad bastante menor. Ese cráter debe ser mas bien considerado como el orificio dilatado de una chimenea estrecha que tiene comunicacion con capas interiores del globo.

En la Luna sucede todo lo contrario; esto es: la cavidad interior es la mas profunda, y los flancos de su circuito menos elevados con relacion al suelo exterior

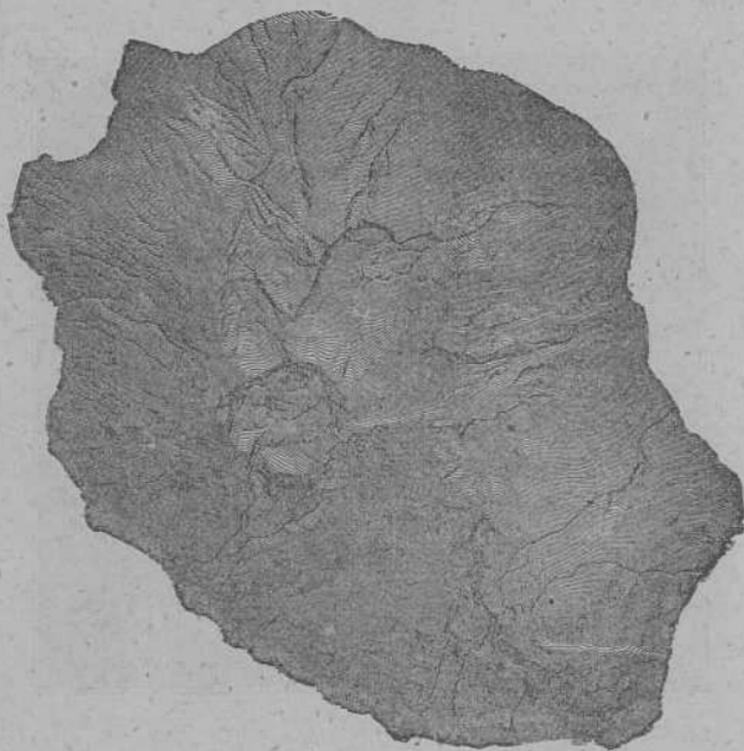


Fig. 55.—Relieve topográfico de la isla Borbon, (la Reunion) segun M. Maillard.

por manera que la montaña parece formada mas bien por el hundimiento de una burbuja primitiva, que por una erupcion volcánica propiamente dicha.

Tal vez entre los cráteres de pequeñas dimensiones, cuya profundidad no permite sondear el nivel internos

haya algunos en un todo análogos á los cráteres de los volcanes terrestres; pero se ha observado que por punto general deben ser estos en tal caso de origen mucho mas reciente.

Por fin, es tambien posible que la diferencia de estructura que se nota entre el suelo lunar y el suelo continental de nuestro globo, dependa de que ninguna formacion verdaderamente sedimentaria ha venido á destruir, á borrar los vestigios de las formaciones plutónicas; tal es la opinion de Humboldt: «Puede considerarse á nuestro satélite, dice, sobre poco mas ó menos, tal cual debió ser la Tierra en su primitivo estado, antes de cubrirse de capas sedimentarias abundantes en conchas, en arenas y en terrenos de trasporte debidos á la accion continua de las mareas ó de las corrientes. Apenas puede creerse que existan en la Luna algunas capas ligeras de conglomerados y de detritus formados por la frotacion ó por el roce. En nuestras cadenas de montañas erguidas sobre las grietas de que está accidentado el suelo terrestre, se empiezan á reconocer aquí y acullá grupos parciales de eminencias que representan cierta especie de cuencas ovals. ¡Cuán diferente de lo que es ahora nos pareceria la Tierra si pudiésemos verla despojada de esas capas terciarias y sedimentarias y de los terrenos de trasporte!»

El recinto montañoso de la Bohemia, de una forma menos regular, es verdad, que los grandes circos de la Luna, se les asemeja, sin embargo, tanto por la forma, como por las dimensiones.

Ya hemos visto que un gran número de circos y de cavidades de los cráteres lunares encierra en su interior montañas aisladas en forma de picos ó de pirámides; y

hasta hay algunos en que se observan varias eminencias de ese género: como el recinto de Copérnico, que presenta seis montañas centrales. Cosa singular: ninguna de esas escrescencias alcanza la altura del muro, quedando la mayor parte á un nivel inferior al de la superficie lunar, de donde ha salido el cráter. Segun la opinion de Mædler y de Julio Schmidt, un gran número de montañas centrales marcan una altura inferior en 2,000 metros al borde medio del muro circular y que á su vez está á 200 metros bajo el nivel medio tambien del suelo en esta parte de la Luna. Humboldt, al ocuparse de esto mismo, cita la opinion de Leopoldo de Buch, que no reputa esas masas como producto de una erupcion volcánica, asimilándolas «á las grandes» cúpulas traquíticas cerradas en su cúspide, y que se encuentran repartidas en tan gran número por la superficie de la Tierra, tales como por ejemplo, las de «Puy-de-Dome y del Chimborazo.»

Nótase con bastante frecuencia en las montañas lunares cierta particularidad consistente en la existencia de cráteres parásitos formados posteriormente á la formacion de los principales cráteres ó circos, y con frecuencia en los bordes de sus recintos. Puede verse un gran número de ellos en el dibujo que damos de las cercanías de Tycho, segun la fotografía de Warren de la Rue. El gran circo de forma elíptica, *Magino*, situado al Sudeste de Tycho, es notable bajo ese aspecto. Los bordes de sus cráteres secundarios se precipitan unos sobre otros, resultando séries de deformaciones que permiten clasificarlos por orden de antigüedad. Ahora bien, haciendo esta clasificacion por épocas sucesivas, se encuentra la ley que anunciamos antes, y segun la

cual los mas pequeños cráteres deben ser siempre los mas modernos.

Réstanos ahora, para terminar este estudio sobre las formaciones sucesivas del suelo lunar, decir todo cuanto se sabe, ó mas bien las congeturas que se han formado sobre el origen de los accidentes descritos con los nombres de *bandas luminosas*, de *cráteres radiantes* y de *ranuras*.

XV.

CONSTITUCION VOLCÁNICA DE LA LUNA.

Cráteres radiantes y bandas luminosas.—Las ranuras.—Explicacion de las bandas luminosas por la proyeccion de los gases en el vacío.—Hipótesis de Mr. Chacornac.

Si la formacion de las montañas anulares de la Luna es debida á las fuerzas elásticas en accion perpendicular sobre la corteza, en parte solidificada, de su globo; si la regularidad de sus contornos circulares atestigua la homogeneidad de las masas resistentes, ¿puede atribuirse el mismo origen á las muchas colinas que accidentan en todos sentidos los intervalos de los cráteres y de los circos? Parécenos que esas elevaciones secundarias pueden explicarse de dos maneras diferentes, igualmente probables y tal vez ambas verdaderas.

Cuando, en su principio, el suelo de la Luna tenia aun una consistencia semi-fluida ó pastosa, el enfriamiento debió producir la retirada ó reaccion de la corteza exterior á consecuencia de los repliegues del suelo, subsistentes aun despues de la consolidacion definitiva, dando lugar á la formacion de numerosas colinas, cuyo mayor número presenta direcciones paralelas. Respecto de estas colinas, es inútil invocar la accion de las fuerzas centrales. Hay otras que parecen datar de la

época de la formación de los cráteres próximos, y son probablemente resultado de las modificaciones traídas al suelo circundante por la erupción central y por la sumersión ó hundimiento de las burbujas volcánicas.

En fin, independientemente de estos dos géneros de formaciones, pueden también distinguirse las que son producidas por fuerzas internas que obran sobre la corteza, pero que chocando con masas desigualmente resistentes y no homogéneas, han debido diseminarse en direcciones laterales, produciendo, bien cráteres oblongos, bien colinas ó bien hendiduras longitudinales iguales á las ranuras; y á esa clase de acción es á lo que Beer y Mædler atribuyen las grietas conocidas bajo esta última denominación.

«Débense suponer las ranuras, dicen, como efectos »resultantes de fuerzas elásticas que en vez de abrir- »se paso hasta la superficie, siguiendo la dirección »opuesta á la gravitación, como fuera lo regular, se »ven precisadas por circunstancias locales particulares, »á estenderse paralelamente bajo la superficie, y á formar hendiduras longitudinales.» En ciertos casos que además suelen presentarse con harta frecuencia, las fuerzas de que se trata no tienen la energía necesaria para romper la envoltura, y dan por resultado simples venas rectilíneas: tal es la vena tan escarpada que se percibe al oriente del cráter Thebit, y que bajo ciertos ángulos de luz ofrece una semejanza admirable con las ranuras.

Es de notar que, en la dirección de esas protuberancias ó de esas hendiduras rectilíneas, la acción volcánica se manifiesta muchas veces bajo la forma de pequeños cráteres escalonados en el mismo sentido que la

vena ó la hendidura. La ranura que enlaza los cráteres Abulfeda y Almanon ofrece de ello un ejemplo curioso.

Al describir las zonas ó bandas luminosas que rodean los cráteres radiantes, hemos citado distintas hipótesis acerca de la naturaleza de esos fenómenos singulares: ahora vamos á exponer la ingeniosa teoría que los liga á los otros movimientos del suelo lunar; teoría debida á Mr. Chacornac, y que estractaremos casi testualmente de una carta muy interesante que nos dirigió este sabio astrónomo sobre la misma materia.

«Examinad, nos decia, en una de esas notables fotografías lunares de Warren de la Rue los rayos luminosos que destella Tycho: notareis que las bandas que se prolongan hasta el Mar del Nectar no se forman de un solo rayo; por ejemplo, la que atraviesa el cráter situado en las riberas meridionales de este mar, se halla formada de rayos que se suceden en la misma direccion, procedentes de las alturas de distintos cráteres escalonados en el trayecto.

«Para tener una idea mas propia del hecho, supon- gamos que todas las alturas de los cráteres que rodean á Tycho hasta grandes distancias, hayan estado cubiertas de una materia pulverulenta ó de nieve en estado de ventisca. Imaginaos despues que un viento fuerte, soplando desde Tycho en todas direcciones, haya arrastrado ese mismo polvo: las partículas emanadas desde las cumbres de Tycho, no habrán podido estenderse mas allá del Mar del Nectar, porque la gravedad les habrá precipitado al suelo antes que hayan podido salvar esa distancia. Pero la corriente gaseosa, al pasar por las cumbres de los crateres mas elevados situados á lo lejos de Tycho, ha continuado arrastran-

»do en la misma direccion las partículas pulverulentas
»que cubrieran esas a'turas. ¿Qué resulta de aqui? Que
»donde termina un rayo blanco emanado de Tycho,
»comienza otro nuevo rayo, formando una prolonga-
»cion del primero, pero teniendo por punto de partida
»otro cráter: tal es la banda luminosa que cruza por
»los tres cráteres Rabbi, Lindenau y Zagut. Lo cierto
»es que ese rayo no es continuo, y que á partir
»desde Zagut, toma otra direccion y un acrecenta-
»miento de luz, como si desde la altura de sus muros
»hubierase desatado de nuevo un torbellino de nieblas
»polverulentas arrastradas por la potencia eruptiva de
»Tycho, é impelidas hasta los flancos del cráter Fra-
»castor, y aun hasta las riberas septentrionales del Mar
»del Nectar.

»En la region noroeste de Tycho esos fenómenos no
»presentan ambigüedad alguna: las irradiaciones blan-
»quizcas parten de las alturas de las montañas y van á
»desplegarse en forma de colas de cometas en direccio-
»nes de meridiano, que tienen todas á Tycho por polo.

»¿Quereis pues una esplicacion mas completa de las
»montañas radiantes de la Luna? Reparad que todos los
»cráteres luminosos ó radiantes reconocen un origen
»relativamente mas moderno, es decir, que no están
»colmados ó rellenos. Su fondo es cóncavo, de estruc-
»tura porosa, como lo es todo el suelo volcánico de los
»continentes lunares, contrastando claramente con la
»superficie plana de los mares ó de los grandes circos
»colmados por ese suelo sedimentario. Pues bien, des-
»pues de la consolidacion de la atmósfera lunar, ó si
»quereis, despues de la [precipitacion de sus gases no
»permanentes, las fuerzas internas que no habian per-

»dido aun su actividad, produjeron los cráteres Tycho,
»Proclo, Aristarco, Euler, Kepler, etc.

»Sin embargo, á cada desprendimiento de los gases
»lanzados por la erupcion, esos mismos gases, al pe-
»netrar en el vacío debieron repartirse por toda la su-
»perficie del suelo lunar con una celeridad enorme, ar-
»rastrándolo todo á su tránsito; y de esta manera es
»como las cenizas de los conos de cráteres, formadas
»indudablemente, como las de los conos volcánicos ter-
»restres de materias pulverulentas, distribuyéronse en
»todas direcciones alrededor del cráter central....

»Juzgad ahora del efecto de una erupcion de Tycho,
»de los gases vomitados por ese cráter, al precipitarse
»en el vacío con una rapidez superior á la de una bala
»de cañon, barriendo todas las piedras y las cenizas de
»las montañas circunvecinas en un rádio igual á la cuar-
»ta parte de la circunferencia de la Luna, y hallareis
»entonces un orden de fenómenos devastadores mucho
»mas enérgicos é imponentes que todos los que pueden
»presentarse sobre la superficie de nuestra Tierra.»

XVI.

¿HAY AUN EN LA LUNA VOLCANES EN ACTIVIDAD?

Puntos luminosos observados en la parte oscura del disco por Ulloa y G. Herschel.—Alteracion de algunos cráteres, según M. Webb.

«Ulloa asegura haber observado un punto luminoso en la Luna durante el eclipse total de Sol en 24 de junio de 1778, y creyó que aquello debiera ser un agujero en el satélite; pero sería necesario para esto que tuviese dicho agujero mas de cien leguas de longitud. M. Herschel asegura haber visto un volcan, y esto explicaria el punto luminoso observado por Ulloa.» Así se explica Lalande en el artículo *Selenografía*, de la Enciclopedia metódica; absteniéndose por lo demás el astrónomo francés de todo otro comentario.

Hoy nadie cree ni en los agujeros de la Luna ni en la existencia en ella de volcanes inflamados visibles desde la Tierra.

Arago califica la observacion de D. Antonio de Ulloa «como producida por una ilusion óptica, y no como un fenómeno de incandescencia que pudiera haber existido entonces en la superficie del astro.»

La observacion de Herschel, á la cual alude Lalande, data del 4 de mayo de 1785. Pero el ilustre astró-

nomo, volviendo á ocuparse mas tarde del mismo asunto, asegura que el 19 de abril de 1787 vió en la parte oscura del disco tres volcanes en ignicion. En fin, en el eclipse total del 22 de octubre de 1780 observó en la superficie del astro mas de ciento cincuenta puntos luminosos de color rojizo, sobre cuya naturaleza no dió esplicaciones. Anteriormente ya habian observado tambien puntos luminosos Bianchini y Short.

Pero hoy ya es sabido que todos esos efectos de luz son debidos al brillo intrínseco de ciertas montañas, entre las cuales hemos ya designado como las mas notables, las de Aristarco, Proclo, etc., Ese brillo, debido indudablemente á la naturaleza particular de las sustancias de que se hallan formadas dichas montañas y á su poder reflector al propio tiempo, es bastante vivo para reflejar hácia nosotros la luz terrestre, y dar á las montañas mismas una visibilidad particular sobre el fondo mismo de la luz cenicienta. En cuanto al matiz rojizo que ilumina esos puntos durante los eclipses, proviene de la refraccion de los rayos solares en la atmósfera terrestre.

Sin embargo, si la cuestion de la visibilidad de los volcanes en ignicion aparece hasta hoy resuelta en sentido negativo, no sucede lo mismo con relacion á la continuidad de las acciones eruptivas en la superficie de la Luna.

Beer y Mædler, laboriosos exploradores de nuestro satélite, cuyo magnífico mapa selenográfico forma hoy una autoridad indisputable respecto á los puntos dudosos, parecian bien poco dispuestos en 1840 á admitir como probables alteraciones actuales del suelo de la Luna. «Nosotros creemos, dicen, que tiene muy

»pocos visos de probabilidad semejante hipótesis. Si las
»observaciones obtenidas hasta hoy no la escluyen en
»absoluto, inclínanse al menos á la otra hipótesis con-
»traria, que mira al globo lunar en su forma exterior co-
»mo un cuerpo actualmente *terminado* de una manera
»demasiado sencilla y demasiado natural para que pueda
»prestarse atencion á la suposicion de que puedan ocur-
»rir trasformaciones violentas todavía hoy en la super-
»ficie de la Luna.»

Sus mismas observaciones son negativas y añaden con sobrado fundamento que las observaciones recientes, para merecer una significacion positiva, deben aplicarse á objetos cuya dimension esceda á la de los mas pequeños y delicados accidentes del disco; sin lo cual es probable que los objetos nuevamente percibidos se hubieran escapado á observaciones anteriores, á causa de una iluminacion poco favorable. Por otra parte, los mismos puntos del disco ofrecen en sus detalles y en distintas épocas aspectos variables segun el grado de libracion, segun la diferencia en la fase que presenta los objetos iluminados de diversos modos, y en fin, segun los instrumentos de óptica empleados en las observaciones.

En la actualidad la opinion de los observadores se encuentra dividida en punto á esta cuestion tan interesante. Mientras que, segun M. Nasmyth, la accion volcánica ha cesado millares de siglos há en la Luna, MM. Webb y Birt designan varios hechos que atestiguan la continuidad de esa accion.

Por ejemplo, al examinar el cráter Mario y sus cercanías, situado en medio del Océano de las Tempestades, ambos observadores han descubierto dos peque-

ños cráteres que Beer y Mædler no habian podido notar. Al propio tiempo, comparando los dibujos de *Cicho* suministrados por Schræter y mas adelante por Beer y Mædler, les parece evidente que las diferencias que ofrecen las dimensiones de un cráter mas pequeño, situado en los muros de *Cicho*, son producidas por las alteraciones superficiales ocurridas despues de 1792, época de las observaciones de Schræter.

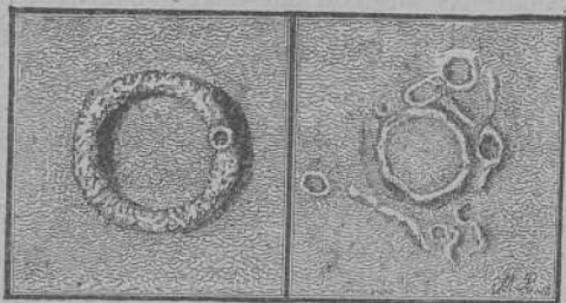


Fig. 54.—El cráter *Cicho*, segun Schræter en 1792.—Segun Beer y Mædler en 1854.

Una tercera observacion debida á M. Webb, parece mas decisiva. Existen en el Mar de la Fecundidad á poca distancia del Ecuador, dos cráteres que han recibido el nombre comun de *Messier*. Ambos cráteres, muy próximos uno al otro, eran, en la época en que Beer y Mædler formaron su mapa de la Luna, notables por la regularidad de su forma y por la igualdad de sus dimensiones. Al observarles posteriormente de nuevo M. Webb, halló que el cráter oriental parecia mas grande que el otro, y cinco meses mas tarde observó no tan solamente la diferencia de magnitud de ambos cráteres,

sino tambien la alteracion sensible del cráter occidental, notablemente mas reducido, como que en efecto, en vez de presentar una forma oval prolongada de N. á S. era de E. á O. como parecia mas agrandado su diámetro. M. Webb insiste sobre todo en una particularidad que habla por completo en favor de su hipótesis: habiendo descubierto Schrœter hácia el Este de *Messier* dos prolongadas bandas luminosas que daban á los objetos cierta semejanza con un cometa con su correspondiente cola, Beer y Mædler las examinaron mas de trescientas veces sin notar ningun cambio, desde 1829 á 1837. La multiplicidad tan constante de sus observaciones no permite abrigar la mas ligera duda sobre la exacta perfeccion del dibujo del *Mapa Selenográfico*.



Fig. 55.—Los dos cráteres Messier, segun Beer y Mædler en 1834.

De modo que si las apariencias de ambos cráteres han variado, marcándose hoy algunas alteraciones sensibles, puede creerse que esas modificaciones mismas han debido operarse realmente con posterioridad al año 1837.

Los hechos de esta índole encierran un grande interés por cierto, y no es posible prescindir de ellos para el exámen de la cuestion de que se trata; pero importa al propio tiempo que sean multiplicados para que pueda deducirse una conclusion terminante.

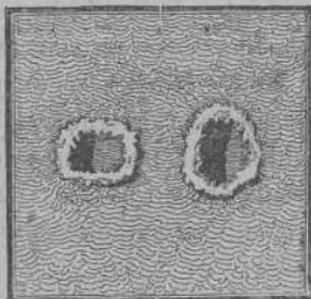
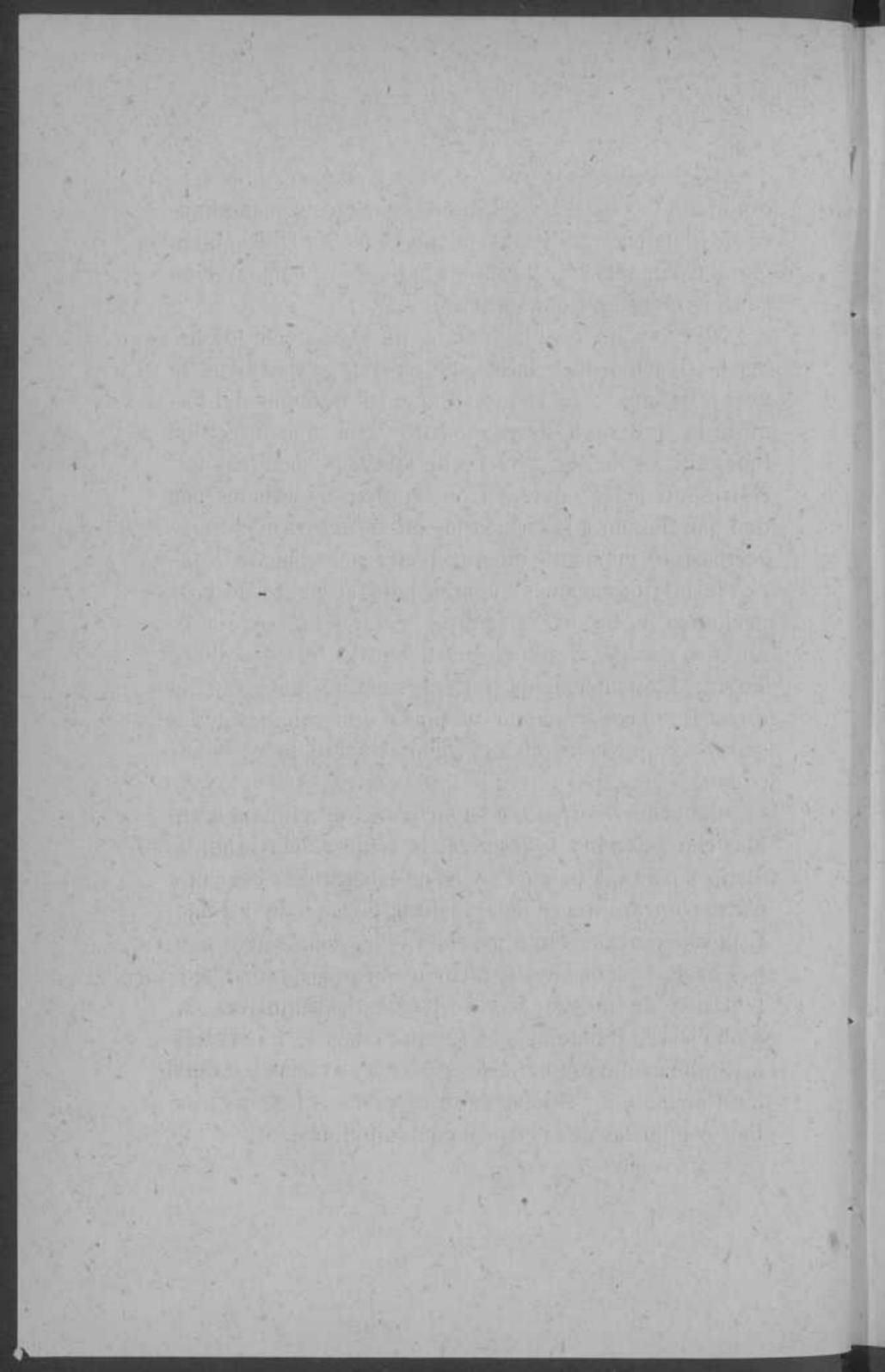


Fig. 56.—Los cráteres Messier, segun M. Web, en 18 de febrero de 1857.

No olvidemos que nuestro globo, bajo el aspecto de su estructura exterior, debe considerarse como terminado, y sin embargo tenemos á la vista la accion volcánica que se perpetúa, produciendo cambios de configuracion muy notables. Movimientos lentos, pero continuos, trastornan las playas de la Noruega. Sin embargo, se necesitan siglos para llegar á conocer esos efectos de fuerzas interiores: la accion volcánica puede, por tanto, durar aun hoy en la superficie de la Luna, y aun manifestarse en una escala mucho mas vasta que en la superficie de la Tierra, sin que los resultados sean muy sensibles en un pequeño número de años. Solo á la larga podrá acreditárseles con una certeza suficiente, y este exámen llegará á ser mucho mas fácil y seguro hoy

que las investigaciones constantes y concienzudas han explorado la superficie del disco lunar en sus mas minuciosos detalles y tenemos documentos auténticos para que puedan servir de términos hábiles de comparacion con las investigaciones ulteriores.

¿No es ya un resultado maravilloso el hecho de haber establecido sobre bases matemáticas y positivas la geografía lunar; de conocer todas las regiones del hemisferio que mira hácia nosotros con una precision topográfica superior á varias de nuestras comarcas terrestres? Gracias, pues, á esos preciosos trabajos con que han dotado á la ciencia los observadores modernos, acércese el momento en que podrán fácilmente estudiarse las formaciones lunares bajo el punto de vista geológico y hacerse al propio tiempo la historia de nuestro satélite, como se ha hecho la historia de la Tierra. Indudablemente faltará siempre un elemento esencial, el conocimiento químico ó mineralógico de las sustancias que componen el suelo, y sobre todo, la sucesion de las capas internas de la corteza sólida, y no se sabe cómo será posible suplir jamás esta última falta. Mas con relacion á la primera, la ciencia todavia no ha dicho su última palabra, y es de esperar que concluirá por encontrar un medio de analizar el suelo de la Luna. Esta esperanza es tanto mas legítima, cuanto que apenas hace algunos años pareció absurda y quimérica la tentativa de indagar las sustancias constitutivas del globo solar, y sin embargo se sabe cómo se ha resuelto favorablemente ese curioso problema, gracias para ello á un método que será siempre una de las mas admirables conquistas de la ciencia contemporánea.



CAPITULO IV.

METEOROLOGIA DE LA LUNA.

XVII.

¿La Luna tiene atmósfera?

Pruebas de la ausencia ó por lo menos de un extremado enrarecimiento de toda envoltura atmosférica.—Los fenómenos de la luz en la superficie de la Luna; sombras negras y cortadas.—Ausencia del sonido.—No existe el agua ni otro líquido vaporizable en la superficie lunar.

La atmósfera es ciertamente, de todos los elementos de que se compone lo que se llama constitucion física de un astro, el mas importante. Sin atmósfera, sin esa cubierta gaseosa, de la cual los séres organizados saquen de qué alimentar incesantemente su propia existencia, no podemos concebir otra cosa sino la inmovilidad y el silencio de la muerte. Ni animales, ni vegetales, ni la misma organizacion mas ínfima nos parecen capaces de vivir y de desarrollarse, sino es en un medio fluido, móvil y elástico, cuyas moléculas estén en un cambio continuo de fuerza con sus propios organismos. Indudablemente estamos muy lejos de conccer todos los mo-

dos de manifestacion de la vida; pero so pena de salir del dominio de los hechos observados, para entrar en el de los puramente imaginarios, nos veremos precisados á convenir en que la atmósfera es una de las condiciones mas esenciales de existencia para los séres organizados.

Pues bien, tal es, si ha de creerse la opinion general admitida por los astrónomos, la constitucion física de nuestro satélite: la Luna no tiene atmósfera.

Este es punto de una importancia tan capital, que debemos hacernos cargo de las razones que le han hecho admitir en la ciencia y de las observaciones que han hecho posible su demostracion.

La existencia de una envoltura gaseosa ó vaporosa alrededor de un astro, puede revelárenos de distintos modos, que vamos á estudiar sucesivamente.

Entre las manchas que salpican el disco de la Luna, ¿hay algunas que sean móviles ó temporales? Tal es la primera observacion que han debido hacer los astrónomos, para buscar los testimonios de la existencia posible de una atmósfera.

En efecto, si la Luna se halla rodeada de capas gaseosas, es probable que en el centro de esas capas mismas las variaciones de la temperatura, procedentes del movimiento de las diversas regiones lunares con relacion al Sol, produzcan condensaciones de vapor análogas á nuestras nubes. La precipitacion de esa masa vaporosa por el enfriamiento, su evaporacion por un aumento de calor, las corrientes aéreas, en fin, de la masa atmosférica, no podrian dejar de producir movimientos continuos, como sucede en nuestra Tierra. La presencia de una nube lunar nos velaria la parte del Sol delante de

la cual se proyectara, y su desaparicion la haria ver de nuevo.

¿Se observan semejantes fenómenos en el suelo lunar?

No; ni á la simple vista, ni aun con ayuda de los mas potentes telescopios ha podido descubrirse, entre la multitud de manchas de que está sembrado el disco, el mas leve indicio de existencia de la nube mas mínima: jamás la nitidez de las mas pequeñas manchas visibles ha aparecido alterada por el menor accidente, y es sabido que pudiera sernos perceptible fácilmente una nube cualquiera de cien metros de diámetro. Ningun vestigio se encuentra de bandas móviles, sombrías ó brillantes, como las de Júpiter, ni de manchas móviles como las de Marte: el cielo de la Luna tiene evidentemente una serenidad absoluta.

Esto, en verdad, no basta para justificar completamente la ausencia de una envoltura gaseosa; pero desde luego puede decirse que la atmósfera lunar, si es que existe, no contiene en manera alguna vapores susceptibles de condensacion vesicular. Esa atmósfera, ¿tendrá acaso siempre una transparencia completa?

Otro modo de justificar la presencia de una envoltura gaseosa, es el siguiente:

Los gases, los vapores, y en general todos los cuerpos transparentes, gozan de una propiedad conocida en física bajo el nombre de *refringencia*. Cuando un rayo de luz viene á atravesarles, se desvia en su marcha, y se quiebra; de manera que cuando llega al ojo hace aparecer el objeto del cual emana en otro sitio distinto del que ocupa en realidad; cuyo fenómeno es conocido con el nombre de *refraccion*.

Si la Luna está dotada de una atmósfera, esta misma

atmósfera debe quebrar los rayos luminosos que la atraviesen, refractándolos. Veamos ahora qué efecto se producirá sobre una estrella que pase por detras de su disco, para un observador que estudie el fenómeno desde la Tierra. En el instante que el punto luminoso se encuentre detrás de la envoltura gaseosa del disco, la refraccion le hará aparecer mas distante del que lo está en realidad á cada momento de su movimiento ordinario. Habrá, pues, al principio una disminucion progresiva del movimiento; y despues, cuando la estrella quede realmente oculta por la interposicion del disco, la refraccion alejándola siempre de su verdadera posicion, permitirá verla todavía. En resúmen, la interposicion de una atmósfera dará por resultado retardar el momento de la desaparicion de la estrella.

Por la misma razon, cuando el punto luminoso aparece todavía velado por el borde opuesto de la Luna, la refraccion le hará aparecer, no obstante, adelantando así el momento en que el ojo del observador puede juzgar del fin de la ocultación, y de todos modos se abreviará el período de la duracion del eclipse estelar. La cuestion queda por tanto reducida á saber si es posible asegurarse de que suceden ó no suceden así las cosas.

El movimiento de la Luna sobre el fondo estrellado del cielo, está ya calculado de antemano con una extrema precision: las fórmulas y las tablas permiten valuar el tiempo exacto que una estrella debe invertir en recorrer detras del limbo lunar la cuerda que marca la porcion invisible de su ruta. En esas tablas solo se han tenido en cuenta el movimiento de la Luna y las dimensiones de su parte sólida; de manera que si existe una atmósfera, la observacion estará en desacuerdo con

las fórmulas, y la duracion de la ocultacion observada deberá ser mas breve que la de la ocultacion calculada. ¿En cuánto? Esto depende, como es evidente, en cualquier caso dado, de la densidad mas ó menos grande de la envoltura gaseosa.

Ahora bien, nada de esto sucede si existe una atmósfera lunar, su densidad es menor que la 2,000^a parte de la densidad media de la atmósfera terrestre, y es todavía mas ténue que el vacío que subsiste despues de una maniobra tan completa como sea posible, en el recipiente de una de nuestras mejores máquinas neumáticas.

Este hecho por sí solo parece decisivo, y probaria, en efecto, que la Luna no tiene atmósfera, ó por lo menos una atmósfera apreciable para nosotros, si el diámetro aparente del disco estuviera medido y se conociera con una precision suficiente. ¿Es esto así en realidad? Tal es la objecion que aun subsiste, y que desapareceria ciertamente si se hubiera puesto en práctica, lo cual ignoramos, el método propuesto mucho tiempo há por Francisco Arago (1).

Por lo demas, el perfil del disco de la Luna, tal como le vemos desde la Tierra, no parece uniforme sino porque las asperezas montuosas se cubren las unas á las otras por efecto de la perspectiva. Las observaciones de que acabamos de hablar, únicamente prueban entonces que no existe la atmósfera lunar á la altura de las cum-

(1) Arago proponia medir la distancia de una estrella ocultada á otra estrella próxima y observar, un poco antes de la ocultacion, si disminuia progresivamente esa distancia misma. Esto es lo que deberia suceder desde que la luz de la primera estrella penetrara en la capa gaseosa, que envolviera al disco.

bres montuosas de que hablamos. Esa atmósfera, ¿estaría limitada, como se ha supuesto, al nivel de las llanuras ó al fondo de los cráteres? En tal caso la ocultacion de las estrellas debería revelar la accion refringente de la atmósfera todas las veces que se efectuara en las partes del limbo cuyo nivel no esceda del nivel medio de las planicies lunares. Ninguna observacion positiva de ese género se ha hecho de catorce años á esta parte, en cuya época M. de Cuppis llamó por primera vez la atencion de los astrónomos sobre este punto.

La refraccion producida por una atmósfera lunar debería tambien manifestarse en los eclipses de Sol anulares ó totales; y por cierto que los fenómenos conocidos con el nombre de dentellones de Baily, y la forma redonda y truncada de los cuernos del creciente solar observada durante el eclipse total de julio de 1860 por M. Laussedat podrian ser testimonios en favor de la existencia de una atmósfera. Pero resta ahora saber si esos fenómenos ópticos no son susceptibles de otro género de explicacion.

Todavía existen otros medios de averiguar si la Luna tiene ó no atmósfera. A la distancia en que nos hallamos de nuestro satélite, distancia bastante pequeña para que podamos observar la claridad que la luz de la Tierra da á sus noches, deben ser fáciles de reconocer los crepúsculos: la línea de separacion de la luz y de la sombra, en vez de presentarse claramente truncada, debe fundirse en una tinta luminosa de intensidad decreciente hácia la parte oscura del disco. Ahora bien, la observacion muestra muchas desigualdades y muchos dentellones, pero todos se destacan clarísimamente, y no reciben sino grandes diferencias en el nivel de un

suelo accidentado y montuoso. Solamente Schröeter parece haber observado un crepúsculo lunar, asegurando haber visto en la extremidad de los cuernos del cre-



Fig. 37.—Escotadura ó curvatura del creciente solar.

ciente una claridad que iba debilitándose hacia la parte oscura del disco. Esta claridad no podía en manera alguna confundirse con la luz cenicienta, por haberse observado en el momento en que el crepúsculo terrestre era aun bastante vivo para hacer invisibles las regiones de la Luna mas lejanas del creciente luminoso.

Pero ¿cómo es que no se ha intentado de nuevo una observacion tan interesante? Hé aquí una pregunta á la cual no sabríamos qué responder, y que se presenta en mas de otro problema, oscuro todavía, de astronomía física.

Schröeter ha deducido de este hecho la existencia de una atmósfera en la Luna, atmósfera que escede

de 450 metros de altura sobre el nivel medio de las planicies.

Por fin, cuando se examinan las sombras proyectadas por los picos, por los cráteres, y en general todas las elevaciones tan numerosas en determinadas regiones de la Luna, nótese que esas sombras están por doquier igualmente detalladas con limpieza, lo mismo en las cumbres que en la base de las montañas, y que en ninguna parte presentan esa degradacion de tintas que seria la consecuencia natural de la interposicion de capas gaseosas de una densidad creciente.

En resumen, atendido el estado actual de los conocimientos astronómicos, las razones que militan en favor de la existencia de una atmósfera lunar son mucho menos decisivas que las razones opuestas; y parece lo mas cierto, por el contrario, que no tiene la Luna atmósfera sensible.

Ahora bien; si esto es así, imagínese el aspecto que deben presentar los paisajes lunares bajo el punto de vista solamente de la luz y de las sombras. Todos los objetos que reciben directamente los rayos solares, brillan con un fulgor que no alcanza á atenuar la distancia. Las sombras tienen la misma intensidad en todas partes, y no permiten ver los objetos que velan sino por el reflejo de los cuerpos iluminados de sus inmediaciones, porque la difusion de la luz del dia por las moléculas aéreas resulta imposible. Los contornos de los objetos se destacan en el horizonte con una crudeza extrema sobre el fondo negro del cielo (1), donde las estrellas y

(1) El color del cielo sobre las altas montañas puede dar una idea del aspecto que ofrecería la bóveda celeste para un observador situado en la superficie de la Luna. Saussure en su ascension al Mont-Blanc, en 1787, ha compa-

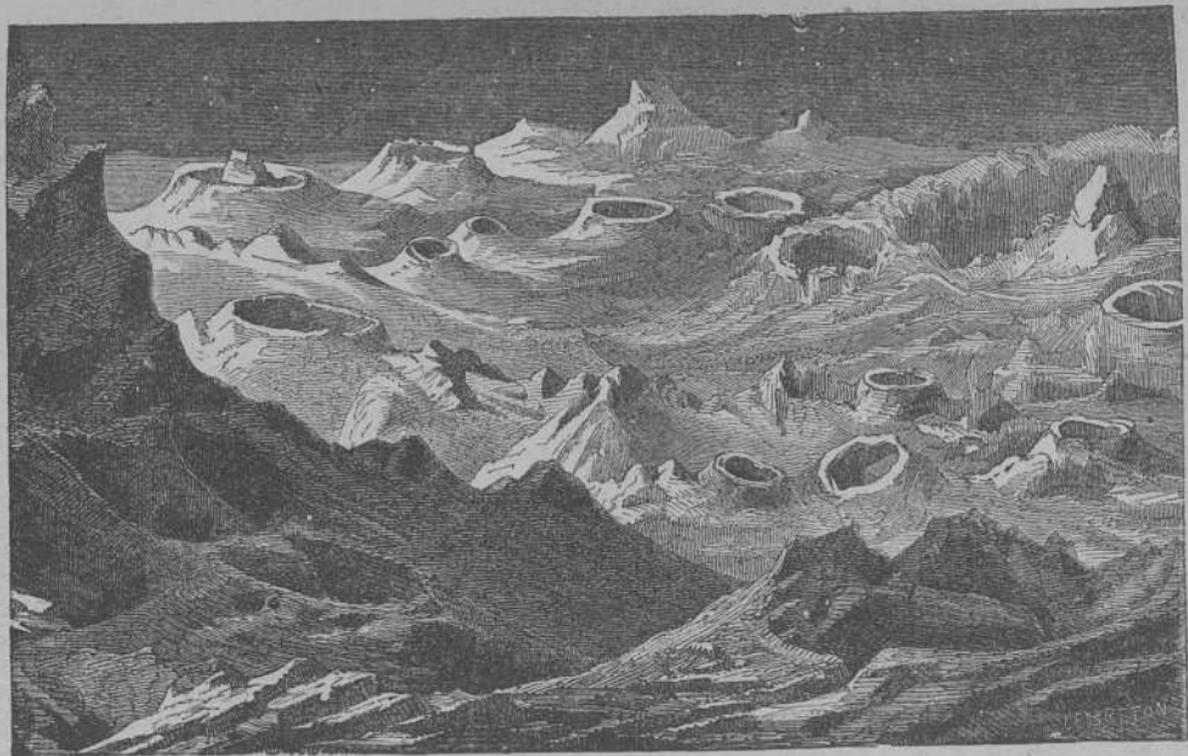
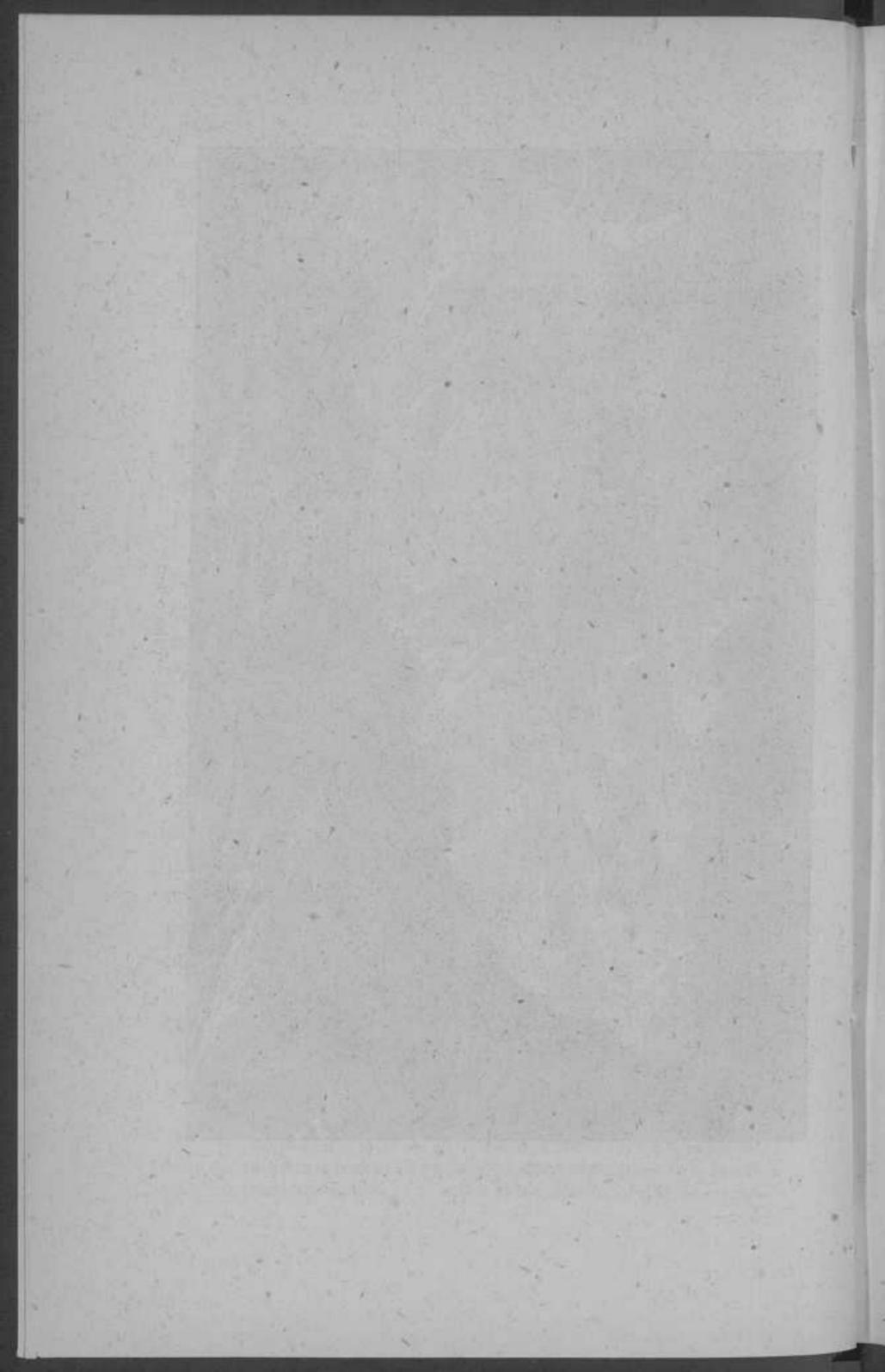


Fig. 58 —Paisaje lunar.



todos los astros brillan en pleno día. El disco del Sol se destaca limpiamente en medio de un cielo cuyas tintas sombrías no ofrecen en parte alguna degradacion. Allí nada de perspectiva aérea, ni de esos juegos de luz ni de esas tintas vaporosas que imprimen tanta dulzura y atractivo. Ni crepúsculo nocturno, ni aurora tampoco por las mañanas: la noche y el día se suceden bruscamente y sin transición, excepto en los puntos más eminentes de las altas montañas, todavía iluminados por los rayos solares que reflejan su viva luz sobre las tinieblas que reinan en su base.

Los fenómenos de óptica debidos á la presencia de un medio gaseoso ó á la de los vapores acuosos, no existen en la superficie de la Luna; y la refracción tampoco descompone la luz blanca en siete colores y en mil matices variados; y son también allí desconocidos el arco iris y las hermosas tintas que en nuestra Tierra cubren de púrpura el horizonte á la salida y á la postura del Sol.

La falta de aire en la superficie de la Luna, implica asimismo la falta de agua en sus desoladas regiones: si existieran lagos, mares, ó cuando menos rios, los líquidos que constituyeran esos depósitos ó esas corrientes, reduciríanse espontáneamente á vapor por el solo hecho de la falta de presión atmosférica; pero el calor solar, obrando más enérgicamente aún, daría por resultado una envoltura gaseosa y nubes densas de vapor. Una nube de 200 metros de diámetro sería fácilmente visible;

rado el color del cielo á los diversos matices de un papel teñido desde el azul pálido hasta el azul subido casi negro. Hacia el medio día el cielo estaba tan sombrío como la nube más densa, y es bien probable que durante la noche el matiz de la bóveda estrellada fuera completamente negro.

però segun ya dijimos en otro lugar, ninguna mancha móvil se ha podido observar en el disco de la Luna.

La falta de aire y de agua implica la ausencia forzada de los vientos y de las corrientes; la inmovilidad por doquier, tanto en el cielo como en el suelo. Todo lo mas, bajo la influencia de las alternativas del calor y del frio, la disgregacion de las materias y la ruptura del equilibrio de los cuerpos pesados, al producir el derrumbamiento y caída de los restos de roca, vienen á alterar de vez en cuando la monotonía de esa inmovilidad y de ese silencio eternos; porque el sonido, no pudiendo propagarse por ningun medio aéreo, se trasmite todo lo mas por el contacto, por las vibraciones de las moléculas sólidas. Para un habitante de la Tierra, el astro de las noches no es, por tanto, segun la expresion de Humboldt, si no un vasto desierto silencioso y mudo.

XVIII.

Los días y las noches lunares.

Comparacion de los días y de las noches de la Luna con los días y las noches terrestres.—Ausencia de crepúsculos y de auroras.—La Tierra vista desde la Luna.—Luz de la Tierra.—Las noches en el hemisferio invisible.

¿Cuál es el clima de la Luna? ¿cómo son en nuestro satélite los días, las noches y las estaciones? ¿cuál es, en una palabra, su metereología y como se distribuyen los fenómenos que se comprenden ordinariamente bajo esta última denominacion entre las diversas regiones de su globo?

Las fases de la Luna, que se reproducen con regularidad y constancia todas las lunaciones, prueban por de pronto que la noche y el dia se suceden alternativamente allí como aquí en la Tierra: únicamente la duracion de esos fenómenos en la Luna es mucho mas larga, y así es que en el intervalo de veinte y nueve dias y medio el globo lunar presenta á la luz del Sol todas las fases variadas. El dia solar de la Luna es de unas 709 horas, ó mas exactamente dicho, de 708 horas, 44 minutos y tres segundos; y como quiera que la línea polar de esta cae casi perpendicular sobre el plano de la eclíptica, resulta que los días y las noches se distribuyen poco mas ó

menos por mitades iguales en duracion. Cada uno de los puntos superficiales de la Luna ve pues el Sol despuntar en su horizonte, sobre el cual se eleva lentamente durante 177 horas; y entonces está en su meridiano, ó sea la mitad del dia lunar. Durante la otra mitad, el Sol describe en sentido inverso un arco igual y simétrico al primero, desapareciendo despues con la misma lentitud bajo el horizonte. El dia entero dura unas 354 horas y media.

Entonces da principio una noche de la misma duracion, una noche casi treinta veces tan larga como las de nuestra Tierra en la época de los equinoccios.

Pero, ¿difieren solo bajo el punto de vista de la duracion los dias y las noches lunares de los dias y de las noches terrestres? No por cierto sino en otras muchas cosas. Para poder juzgar, comparemos el dia lunar con el dia terrestre en una misma latitud; la de nuestra zoua templada por ejemplo.

Mucho antes de la aparicion del Sol en nuestro horizonte terrestre, las tinieblas de la noche son reemplazadas por el fulgor cada vez mas brillante de la aurora, y la luz va penetrando gradualmente en las capas atmosféricas que la reflejan sobre el suelo. Aun en la época de los cortos crepúsculos, en marzo y en setiembre, esta preparacion para la salida del Sol es bastante más sensible, y las nubes mas densas y las brumas mas compactas la atenúan, sin alcanzar á estinguirla. No me detendré á pintar la belleza del paisaje celeste, la variedad de aspecto que presenta el cielo entero algunos instantes antes de salir el astro radiante, la fulgurante luz del horizonte oriental, los colores vivos, los hermosos matices que contrastan con el gris oscuro y frio del po-

niente. Todos aquellos á quienes conmueven las bellezas naturales, no pueden cansarse de admirar tan hermoso y sublime espectáculo, que por su misma infinita variedad jamás puede ser monotonó. Aun en el momento en que el disco solar ha desplegado su esplendor, solo de una manera progresivamente insensible es como va adquiriendo todo su brillo: el espesor de las capas de aire, mas considerable en el horizonte, disminuye la intensidad de su luz, habituándonos á soportar su vivacidad estrema.

Del propio modo el crepúsculo de la tarde hace menos brusca la transición del estado del día á la oscuridad nocturna, y las tintas purpúreas del horizonte occidental no ceden en belleza á nuestras auroras. Hasta en pleno día, hasta con un cielo puro y sereno, la bóveda celeste ofrece una degradación de tintas y de luz llena de encanto y de atractivos: todo alrededor del disco solar, cuyo brillo no puede resistir la vista, una corona luminosa, una tinta de oro espléndida va poco á poco fundiéndose en el fondo del azul profundo, y el Norte y el Mediodía, el Oriente y el Occidente se distinguen por matices diversos de color y de luz. Fuera un espectáculo sobremanera variado si en lugar de contemplar solamente un clima, nos propusiéramos describir el día y la noche terrestres en todas las zonas de nuestro globo, desde el cielo ardiente de los trópicos y del ecuador, hasta las frias soledades de los polos.

¿En la Luna los días y las noches forman cuadros tan variados de matices? ¿Se suceden con transiciones tan suaves? No, y es fácil de comprender la causa.

La ausencia, ó, por lo menos el enrarecimiento estremo de la atmósfera produce desde el día á la noche

y de la noche al día una transición súbita. Me equivoco; la única degradación de luz que se observa, es debida á la lentitud con que se eleva ó se pone el Sol, en el horizonte. Solo poco á poco es como se descubre su disco ó como se oculta al otro lado de los más lejanos términos del paisaje, trascurriendo 10 horas próximamente entre el instante en que brilla el primer punto luminoso, y el en que el disco entero del astro ha hecho su ascension completa. Con todo, la intensidad de la luz solar percibida directamente, despliega desde el principio toda su fuerza, y el ojo del hombre que no puede soportar su brillo, aun al través de un espesor atmosférico que varía desde 60 á 870 kilómetros; veríase, en la Luna, deslumbrado y cruelmente lastimado si quisiera desear mirarla de frente.

Una vez elevado ya el Sol en el horizonte, cualquiera que sea su altura, proyecta con una fuerza igual su luz vivida y cruda sobre todos los objetos. Si no fuera por los reflejos de las asperezas iluminadas, montañas y colinas, todos los objetos sumergidos en la sombra permanecerían, aun en medio del día, en completa oscuridad, templada únicamente por el brillo de la celeste bóveda sembrada sin cesar de estrellas. La iluminación del suelo varía en verdad según las horas del día, por cuanto una superficie iluminada lo es con tanta más fuerza, cuanto es menor la oblicuidad de los rayos luminosos.

Durante la noche, la oscuridad es tan profunda, que no pueden dar de su densidad una idea nuestras más tenebrosas noches. El cielo conserva sobre la Tierra su transparencia; las tintas subidas de los espacios que separan las estrellas, son siempre coloreadas ó azuladas; y

siguiendo además la gradación de las horas nocturnas, van descendiendo hacia el levante y al poniente. Nada de esto sucede en las noches lunares: la crudeza violenta del tono negrozco que presenta el firmamento, se aumenta aun más con la vivacidad de las luces estelares; y con la presencia del disco terrestre, no hace más que subir de punto este contraste.

Pero en cambio de esa desventaja, ¡qué lujo de magnificencias en la multitud tan prodigiosa de estrellas visibles, en el brillo espléndido de la Via Láctea, en la belleza de la Luz Zodiacal, tan difícil de ver en nuestras noches terrestres! ¡Cuál sería el astrónomo que no se sintiera transportado de gozo á la sola idea de que le fuera dable instalar su observatorio sobre el suelo de la Luna y contemplar á su placer por lo menos durante diez ó doce noches lunares aquel cuadro de maravillas?

He hablado de la visibilidad de la Tierra; y fácil es comprender que esa visibilidad no es posible sino para el hemisferio vuelto hacia nosotros. Circunstancia curiosa que contrasta notablemente con la movilidad de la Luna en nuestro cielo: siempre es en un mismo punto de la bóveda celeste donde brilla el disco de nuestro planeta, suspendido en el horizonte como una linterna, sin oscilar sino insensiblemente en derredor de esa posición casi invariable.

Trasladémonos con el pensamiento á un punto cualquiera de la Luna, situado en su hemisferio visible, por ejemplo, en frente de nuestra misma Tierra, es decir, sobre el meridiano central. A la media noche, esto es, á la hora en que principia la Luna Nueva para los habitantes de nuestro planeta, la *Tierra Llena* brilla en todo su esplendor. El disco terrestre, más de trece

veces mayor [que el disco lunar visto desde la Tierra, nos presenta entonces varias manchas que marcan sus continentes y sus mares acá y allá semi-velados por otras manchas brillantes y móviles que son las nubes atmosféricas. Dos casquetes blanquizcos, semejantes á los de Marte, rodean los polos; los mares tienen un matiz azul bastante pronunciado, al paso que los continentes miranse salpicados de manchas de verde pálido y que todo el contorno del disco, mas luminoso que las partes centrales, se vé ligeramente enrojecido, efecto natural de la refraccion atmosférica.

La Tierra permanece poco menos que inmóvil en e mismo punto del cielo, mas ó menos próxima al zénit, segun la latitud; pero varía el aspecto de su disco con una rapidez relativamente grande.

Véanse desfilar las manchas desde el borde oriental al borde occidental (con relacion al punto sur del horizonte lunar.) Si el continente asiático está el primero á la vista, ese es el que primeramente desaparece para ceder su sitio á la Europa, al Africa, al Nuevo Mundo en fin y al Océano Pacifico. Cada veinte y cuatro horas vuelve á principiar ese desfile, y la Tierra parece ser como un gran relóx, con su cuadrante móvil, cuyas horas corresponden relativamente á sus diferentes manchas.

Y á medida que la noche avauza, el disco terrestre se contrae y sesga, tornándose de circular en oval en una de sus mitades, hasta que al salir el Sol, presentase al fin bajo la forma de un semicírculo. Lo contrario habia tenido efecto en la primera mitad de la noche lunar, de suerte que en el intervalo de 354 horas pasa desde su primero al último cuarto. Las demás fases se e'ectúan en pleno dia, y nuestro planeta aparece entonces en medio

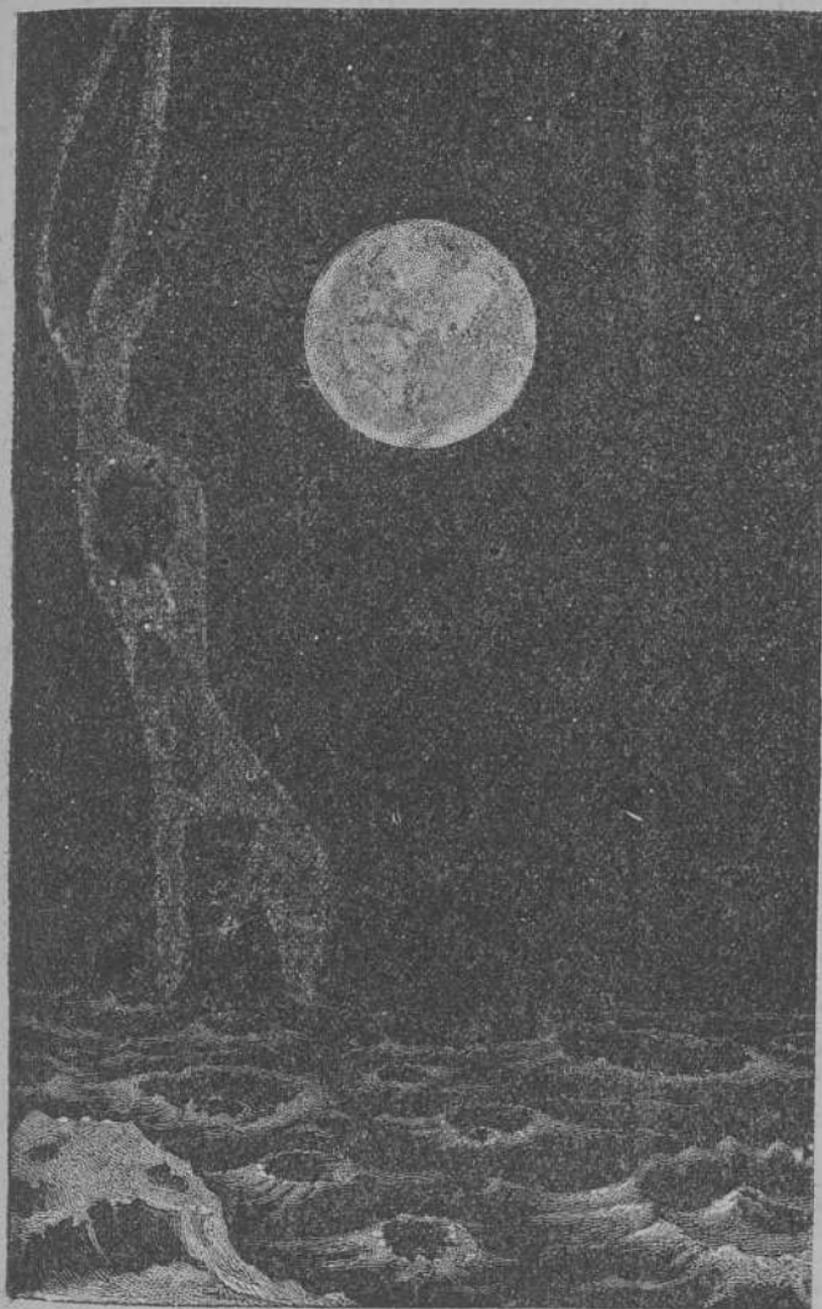
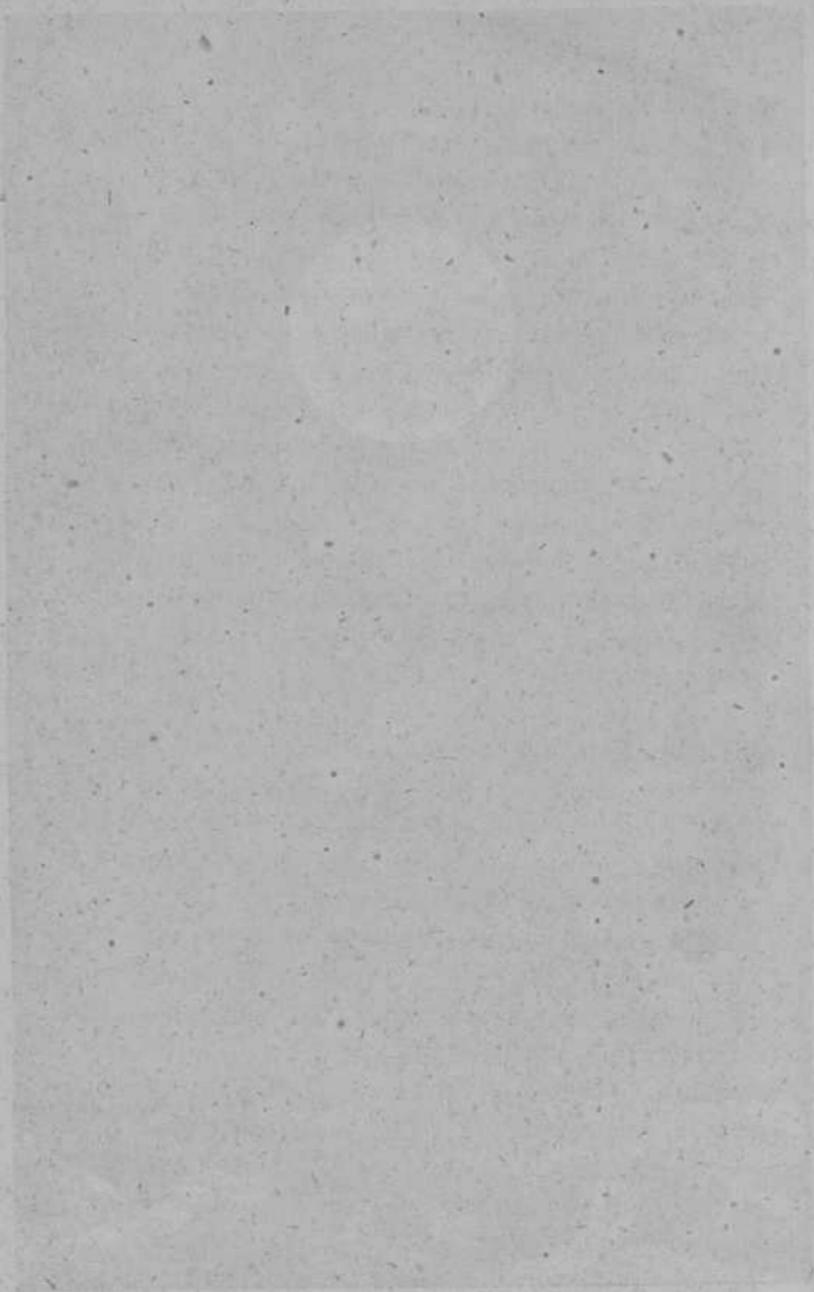


Fig. 59.—Paisaje de la Luna.—Claro d: la Tierra.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

de las estrellas como un gran semicírculo completado por una tinta oscura semejante á la luz cenicienta, como en los claros de Luna terrestres.

Ya dejamos dicho que tales fenómenos no se ven en las noches y en los dias del hemisferio opuesto, donde no es conocida la Tierra, y únicamente una zona de cierta estension ve á nuestro globo aparecer en el horizonte, permaneciendo allí algun tiempo para desaparecer, sin jamás elevarse sino en un corto número de grados. Ademas esa aparicion de la Tierra no tiene lugar todas las noches, de modo que en esa zona hay noches claras y noches completamente oscuras. En lo demas del hemisferio fuera de esa zona es la lobreguez de la noche tan profunda, que ningun crepúsculo la atenúa, al paso que la magnificencia de la celeste bóveda permite contemplar por espacio de 550 horas los mas delicados fenómenos celestes.

La duracion del dia y de la noche varía en cortas proporciones en la superficie de la Luna, circunstancia que obedece á la cortísima inclinacion de la línea de sus polos sobre la eclíptica. Las paralelas descritas por el Sol, se alejan del Ecuador bien poco; pero hay que exceptuar las regiones inmediatas á los polos, donde la duracion del dia y de la noche puede ser mucho mas ó mucho menos largas. En los polos mismos las montañas están perpétuamente iluminadas por la luz del Sol: «El Sol no desciende bajo del verdadero horizonte de un polo lunar, sino todo lo mas en una proporcion igual á la inclinacion del ecuador de la Luna, es decir, de $1^{\circ} 30'$; pero la pequeñez del globo lunar hace que á la elevacion ya de 600 metros pueda penetrar el ojo del hombre hasta $1^{\circ} 30'$ mas abajo del verdadero horizonte,

«Ahora bien, habiendo en el polo norte montañas de 3.000 metros de elevación, y en el polo sur de 4,000 metros; se sigue de aquí que las cumbres de unas y de otras no pueden jamás permanecer ocultas á la luz del «Sol.» (Beer y Mædler).

Podrá formarse desde luego una idea mas exacta de la diferencia tan corta que existe entre la duracion de los mas cortos dias en las distintas latitudes de la Luna, por el siguiente cuadro, cuyos datos fundamentales se han tomado de la *Astronomía popular* de Arago, y que tiene aplicacion naturalmente á las noches mas largas y á las mas cortas:

En el Ecuador el dia y la noche no varian, y tienen constantemente 554 horas, 22 minutos y un segundo.

Latitud septentrional ó meridional.	Duracion del dia mas largo.		Duracion del dia mas corto.	
0°	554	22 ^m	1	554 22 ^m 1 ^s
15°	555	9	49	555 54 45
30°	556	5	54	552 40 8
45°	557	18	50	551 25 52
60°	559	27	47	549 16 45
75°	562	21	40	545 22 22

La diferencia por consiguiente entre el dia mas largo y el mas corto, es mas insignificante al principio, como se observa, y no aumenta de una manera mas sensible hasta desde el grado 60 en adelante. A los 88 grados de latitud y á 2 grados de los polos, esa diferencia es mas considerable, como que se eleva hasta á 190 horas; y finalmente, en los mismos polos el Sol es visible du-

rante 179 días, poco menos de medio año terrestre.

En el hemisferio invisible los días son algo mas cortos que en el hemisferio que mira á la Tierra. La mayor diferencia alcanza á los puntos situados en las dos mitades del meridiano central, y se eleva, en cuanto á la duracion media del dia á 4 hora, 7 minutos y 54 segundos.

XIX.

El clima de la Luna.

Las estaciones.—El calor y el frío.—Temperatura tórrida de los días lunares é intensidad del frío durante las noches.—Variaciones durante el período de una revolución alrededor del Sol.

La Luna tiene días y noches como la Tierra; ¿tiene también un año y estaciones como nuestro planeta?

Cuando se trata de un cuerpo celeste, que gira directamente en rededor del Sol, describiendo una órbita de forma elíptica ó casi circular, el año de ese cuerpo celeste es el intervalo de tiempo que transcurre entre las dos vueltas consecutivas del astro al mismo punto de su órbita. Respecto á la Luna, siendo más complejo el movimiento, la definición del año puede entenderse de dos maneras, cada una de las cuales está sujeta á interpretaciones distintas.

Si se considera la revolución de la Luna en torno de la Tierra, en tal caso el año lunar terrestre puede reputarse desde el regreso de nuestro satélite al mismo punto de su órbita, y su duración es de veinte y siete días, siete horas y cuarenta y tres minutos, un poco más corto que la lunación, ó puede contarse por el tiempo que tarda á volver la Luna á su posición misma con relación

al Sol y á la Tierra, en cuyo caso el año lunar y la lunacion equivalen á una misma cosa. Esto seria lo mismo que decir que el dia de la Luna es idéntico á su año, compuesto en total de un solo dia y de una sola noche. Finalmente, si debe entenderse el año lunar relativamente al movimiento de la Luna al rededor del Sol, equivaldria entonces, con corta diferencia, á la misma duracion que el año terrestre.

Pero no es el punto de vista puramente geométrico de la cuestion el que deseamos examinar; lo que mas nos importa ahora conocer es la influencia que las variaciones de posicion de la Luna pueden tener sobre la temperatura y el clima de las diversas regiones lunares.

Estas variaciones son muy poco sensibles, porque el eje de rotacion se mueve en el espacio, permaneciéndo siempre paralelo al mismo y casi perpendicular al plano de la eclíptica. El Sol, bien sea durante el curso de una lunacion, bien en las sucesivas, varía poco de altura en un mismo horizonte; oscilando hácia un grado y medio bajo del Ecuador, su variacion total apenas se eleva á tres grados. De aquí una constancia en las condiciones climatológicas de cada region, tanto mas marcada, cuanto que no hay los correspondientes fenómenos atmosféricos.

Con todo, intentemos formarnos una idea aproximada del clima de la Luna, bajo el punto de vista de las variaciones de su temperatura.

Durante el espacio de trescientas cincuenta y cuatro horas, equivalentes á unos quince dias terrestres, el Sol lanza continuamente sus rayos sobre el suelo, oblicuamente al principio, en las primeras horas de su salida, ó de su aparicion en el horizonte, y progresiva-

mente mas verticales, á medida que se vá aproximando al medio dia. La temperatura de la superficie, bajo la influencia prolongada de una radiacion tan intensa, debe alcanzar una elevacion extraordinaria, y, como asegura J. Herschel, «quizá superior á la del agua hirviendo.» Despues del medio dia lunar el calentamiento del suelo continúa aun y llega, indudablemente á su máximun, entre ese momento y el de la puesta del Sol, como sucede en nuestra Tierra.

Verdaderamente la falta de atmósfera debe permitir á la radiacion calorifica ejercitarse con una intensidad extrema, que depende igualmente de la naturaleza misma de las sustancias que componen el suelo. De aquí resulta que el clima de la Luna ofrece cierta analogía con nuestros climas alpestres. Sábese que subiéndose á las altas montañas, el calor del Sol que se recibe directamente es insoportable y se caldea el suelo mismo fácilmente; pero al propio tiempo las capas del aire tienen una temperatura inferior, y se siente en definitiva una sensacion real de frio, mas pronunciada en el rádio de la sombra. En las altas regiones «el suelo irradia y si se calienta »mas que el aire, bajo la influencia de los rayos solares »durante el dia, enfríase mas que él desde el momento »en que los rayos solares dejan de herirle mas directamente; es decir, á la sombra y durante la noche.» (Martins.)

Es el menor espesor de la atmósfera, lo que favorece el calentamiento del suelo en una eminencia, y que, al hacer tambien mas intensa la radiacion, favorece aun mas su enfriamiento á la sombra, ó durante el período nocturno.

En la Luna falta el aire, ó, si hay de él algunos ves-

tigios, su enrarecimiento es infinitamente mas considerable que el de las regiones alpestres. El contraste es por tanto muchísimo mayor en la luna porque debe hallarse á la vez una temperatura tórrida en los sitios iluminados por la luz solar, y un frio intenso en los parajes privados de ella, por ejemplo, en la sombra de las concavidades, de los cráteres y de los circos.

Durante las trescientas cincuenta y cuatro horas de la noche, como ese calor acumulado no está sujeto por una envoltura gaseosa, decrece la temperatura con una rapidez extraordinaria, y se comprime indudablemente, bajando sin duda muy por bajo del nivel de nuestros inviernos polares.

Desde el Ecuador á los dos polos la diferencia de los climas sólo es debida á la oblicuidad mayor, con que llegan hasta el suelo los rayos del calor y de la luz; por manera que el descenso de la temperatura con el acrecentamiento de latitud, debe tener mucha analogia con las variaciones termométricas que caracterizan los diversos periodos de una dia lunar.

En nuestra Tierra los rigores del invierno, lo mismo que los del verano, se templan á veces con los fenómenos atmosféricos, por medio de las corrientes aéreas ú oceánicas, por las lluvias, las nubes y las tempestades. En la Luna no hay nada de esto, un sol plomizo, lanza tenaz, sobre todos los puntos espuestos á su inclemente accion sus inflamadas y voraces flechas. ¿Cómo, si el suelo lunar estuviera por todas partes sembrado de cascadas, de estanques, de mares, de lagos y de rios, cómo esas masas líquidas pudieran sustraerse á una evaporacion rápida, sobre todo cuando ninguna presion atmosférica podria venir á oponerse á ese cambio de estado?

Esto por lo que toca al día. Durante la noche toda señal de agua ó de vapor acuoso desaparecería por un fenómeno inverso, y los estanques líquidos se transformarían en lagos congelados, como asimismo los vapores súbitamente condensados, descenderían también rápidamente en forma de nieve. J. Herschel ha omitido una opinión análoga; pero si no considera esos fenómenos como imposibles, por lo menos, cree que se hallan encerrados en bien estrechos límites. La alternativa de dos temperaturas opuestas, una y otra excesivas, «debe» producir, dice, un transporte constante de todo lo que «puede haber de humedad en la superficie de la Luna, «de los puntos verticalmente situados bajo el Sol, á los «otros puntos opuestos por una especie de destilación en «el vacío, semejante á la del pequeño instrumento llamado *cryophoro*. De aquí una sequedad absoluta en las «primeras regiones y una acumulación de hielo blanco, «ó de nieve cristalizada en las otras, y acaso una estrecha zona de agua corriente en los bordes del hemisferio iluminado. Es posible, entonces, que esta evaporación por una parte, y esta condensación por la otra, «produzcan hasta cierto punto una especie de equilibrio «en la temperatura, mitigando el rigor extremo de sus «dos climas. Sin embargo, tal serie de fenómenos, que «implicaría una generación y una destrucción alternativas y continuas de una atmósfera de vapor acuoso, «por lo que dejamos dicho sobre la ausencia de una atmósfera lunar, debe encerrarse en muy estrechos límites.»

Si la hipótesis del ilustre astrónomo fuera la expresión de la realidad, nos podría explicar hasta cierto punto la débil radiación calorífica del suelo de la Luna, sobre la

Tierra, radiacion que tanto ha costado comprobar como hemos visto; por ser el vapor del agua lo que, segun los físicos, forma el obstáculo á la radiacion del calor emanado de un cuerpo no incandescente. Pero lo que quita para nosotros una gran probabilidad á esa hipótesis, es que la evaporacion de que habla Herschel deberia producir nubes, por lo menos en las regiones situadas hácia los limites de la luz y de la sombra, es decir, durante las mañanas y las tardes lunares; y sábase que nada parecido á esto se ha observado jamás.

Para terminar lo que tenemos que decir sobre las temperaturas lunares y sobre sus variaciones, consideradas hasta ahora en el solo intervalo de una revolucion en torno de la Tierra, veamos qué son esas variaciones mismas durante el periodo de un año terrestre. La Luna, acompañando sin cesar á nuestro planeta, vé variar sus distancias con relacion al Sol, como varian tambien las distancias de la Tierra misma, esto es, poco mas ó menos en relacion de los números 1,019 á 0,980. La intensidad del calor solar variará, entonces, en sentido inverso de los cuadrados de esos números; de suerte, que si se representa esa intensidad por el número 1,000 á la distancia media, será 1,058 á la distancia máxima, ó afelio, y solamente 960 á la distancia mínima ó perihelio; y esta es una diferencia, en mas ó en menos de $\frac{1}{23}$; próximamente, cantidad bastante apreciable y bastante sensible.

XX.

¿La Luna está habitada?

Vegetacion, habitabilidad.—Exámen de las condiciones necesarias para existencia de séres organizados en la superficie de la Luna.

¿Hay en la Luna vegetales, animales y hombres? En una palabra, ¿está la Luna habitada?

Tales son las preguntas que la curiosidad humana hace mucho tiempo há, y que nosotros no cesamos de hacernos cada vez que nuestra imaginacion y nuestro pensamiento nos trasportan á alguno de esos cuerpos celestes que resplandecen en la estrellada bóveda.

La contestacion es ordinariamente muy difícil, mientras no se quiera salir del terreno de la observacion y de los hechos. Indudablemente cuando se considera en su generalidad el problema y bajo un punto de vista enteramente filosófico, parece infinitamente probable que la Tierra no es el único planeta de nuestro mundo donde se encuentren las condiciones propias para el desarrollo de la vida vegetal ó animal. Con mucha mas razon debemos creer que los soles diseminados en la estension del infinito y que son los centros de tantos mundos planetarios, invisibles á tan grandes distancias, no distribuyen en vano sobre sus satélites el calor y la luz: nues-

tra razon se resiste á imaginar el silencio de la muerte allí donde los principales motores de la vida se nos aparecen en plena actividad y se desplegan con una profusion tan admirable. En definitiva, nos es imposible concebir el universo sino como un conjunto armónico, verdadera agrupacion de un número infinito de focos de vida y de poder.

Pero tambien sabemos que si las leyes de la naturaleza tienen un carácter innegable de universalidad y de unidad, sus manifestaciones son indefinidamente variadas. La historia misma de la Tierra nos enseña que no siempre ha sido la mansion de la vida; que antes de los periodos en que han aparecido en su superficie los primeros bosquejos de la organizacion, habian trascurrido otras épocas en que no existian aun las condiciones necesarias para la aparicion de los organismos mas sencillos; que, en una palabra, no estaba todavía habitada la Tierra. Quizá sin salir de nuestro mundo solar, halláramos planetas que aun no han salido de su estado embrionario, y donde todavía no ha hecho su esplosion la vida. En fin, es tambien posible que revoluciones de que ninguna idea tenemos, hayan destruido, en tal ó cual globo, todos los seres animados, y hasta que un planeta desde su origen, haya estado de tal manera constituido, que la vida vegetal ó animal sea para siempre imposible en su superficie.

Parécennos igualmente verosímiles todas estas hipótesis; pero no son mas que hipótesis, y podráse razonar aun durante mucho tiempo sobre ideas tan vagas, sin deducir nunca mas que vagas y arbitrarias consecuencias. A ellas habrá que resignarse tratándose de planetas desconocidos de otros sistemas, ó tal vez tambien

tratándose de muchos de los cuerpos celestes del nuestro; pero puede esperarse que se llegará á resolver la cuestion de una manera positiva en todo aquello que concierne á nuestro satélite, demasiado próximo á nosotros, para sustraerse á investigaciones decisivas.

Veamos qué se sabe ya ó qué se ha congeturado sobre la existencia posible de seres animados en la superficie del suelo lunar.

Las congeturas no han escaseado: en todos tiempos se han encontrado gentes que han atribuido habitantes á la Luna, y les han dado naturalmente el nombre de selenias, (de *σελήνη*, que en griego significa *Luna*); pero no habia mas razones que las analogías que presentan la Tierra y la Luna bajo el punto de vista astronómico, y los partidarios de la habitabilidad se habian apresurado á estenderlas á todos los demás fenómenos físicos. Habrá escasamente un siglo que uno de los mas sabios astrónomos de la época reproducía en Francia, tomándolas de la Enciclopedia inglesa las siguientes líneas:

»La Luna es bajo todos puntos de vista un cuerpo semejante á la Tierra y que parece destinado á los mismos fines; y con efecto, dejamos ya probado que es denso, opaco, y que tiene valles y montañas. Segun muchos autores, *tiene mares con islas*; penínsulas, peñascos y promontorios; *una atmósfera variable*, á cuyo favor los vapores y las exhalaciones pueden dilatarse y luego inmediatamente comprimirse: tiene en fin un día y una noche, un Sol para alumbrar al uno y una Luna (la Tierra) para esclarecer la otra, un estio y un invierno, etc., pudiéndose deducir de todo ello por simple analogía una infinidad de otras propiedades, en la

»Luna. Los cambios á que está sujeta su atmósfera, deben producir *vientos y otros meteoros*, y segun las distintas estaciones del año, *lluvias, nieblas, escarchas, nieve*, etc. Las sinuosidades de la superficie de la Luna deben producir por su parte *lagos, rios, fuentes*, etc.

»Ahora bien, como sabemos que la naturaleza nada produce en vano, que las lluvias y los rocíos caen en nuestra Tierra, para hacer vegetar las plantas, y que estas arraigan en el suelo, crecen y producen semillas para alimentar á los animales; como sabemos ademas que la naturaleza es uniforme y constante en sus procedimientos, que unas mismas cosas sirven para los propios fines; ¿por qué razon no hemos de deducir la existencia de animales y plantas en la Luna? ¿Para qué serviría en otro caso ese aparato de provisiones que parece estarles destinado?»

(*Encyclopedie*, art. LUNE.)

Nada diremos por nuestra parte sobre el valor intrínseco de este razonamiento que apoya toda su fuerza en el principio de las causas finales, generalmente abandonado hoy por los sabios; pero es evidente que los datos en él aducidos están muy lejos de ser incontestables. Ya dejamos dicho la razon, por la cual los astrónomos no creen ni en la existencia de masas líquidas ni en la de una envoltura gaseosa, compuesta bien de vapor de agua ó bien de aire atmosférico, y como se deduce de todo ello la imposibilidad de todos los fenómenos meteoricos, cuya enumeracion acaba de leerse.

¿Cuáles son por lo menos en la Tierra, las primeras é indispensables condiciones de la vida? El agua, el aire y cierta temperatura.

Pues bien, si no está rigurosamente probado que la Luna está totalmente privada de atmósfera, por los menos es un hecho comprobado que su densidad es estremadamente débil comparada con la densidad de la atmósfera terrestre. Sin embargo, por enrarecida que estuviera, podría bastar para proporcionar á los vegetales los elementos gaseosos indispensables para su nutrición y desarrollo; pero no tenemos idea alguna de un organismo animal, cualquiera que sea, capaz de vivir en un medio análogo al aire que queda debajo de nuestras campanas peneumáticas cuando la presión solamente es de algunos milímetros. ¿Se quiere que las capas inferiores de la supuesta atmósfera sean bastante densas para permitir vivir allí á los animales? Pues entonces los habitantes de la Luna estarán reducidos á vivir en el fondo de los cráteres en agrupaciones separadas las unas de las otras por asperezas insuperables. No existe tampoco el agua en la superficie de la Luna, como dejamos ya evidenciado con dos razones concluyentes: primera la nulidad ó la debilidad extrema de la presión atmosférica, gracias á la cual todo líquido reduciríase espontáneamente á vapor, y segunda la intensidad prolongada de una temperatura tórrida que desecaría el suelo en cada lunación. ¿Tenemos por ventura idea de seres organizados, cuyos tejidos no pudieran conservar ni renovar su contingente de humedad? En nuestra Tierra indudablemente se ve desarrollarse la vegetación con una potencia asombrosa en los climas mas cálidos de la zona tórrida; pero es á una mezcla de humedad y de calor á lo que es debido un desarrollo semejante: la vegetación desaparece casi enteramente allí donde la sequedad y el calor se encuentran combinados. La vida en fin des-

aparece aun en las regiones donde el aire y el agua se hallan en cantidad ciertamente bien superior á la que posee nuestro satélite, cuando su altura basta á producir una temperatura glacial análoga á la de nuestros climas polares ó de las regiones alpestres.

Ahora bien, una temperatura análoga reina ciertamente en la Luna durante su larga noche de quince dias terrestres. ¿Cómo pues los séres vivientes pudieran resistir esas alternativas de un calor y de un frio excesivos? Además, es sabido que el reino vegetal es el que mas ó menos directa ó indirectamente provee á los animales de los elementos asimilables necesarios para su existencia; de suerte que la primera cuestion que habria que resolver, seria averiguar si la constitucion fisica de la Luna es propia para la vegetacion. Acabamos de ver hasta qué punto es esa constitucion desfavorable bajo el aspecto de los tres elementos mas indispensables: el aire, el agua y el grado de la temperatura.

Añadiremos ahora que el mismo suelo no nos parece propio para favorecer el desarrollo del reino vegetal. Su naturaleza eminentemente volcánica, la carencia de terrenos análogos á las formaciones terciarias y sedimentarias del globo terrestre, con excepcion tal vez de las grandes planicies desnudas llamadas mares, han hecho asimilar el estado actual de la Luna á las épocas geológicas primitivas, y ya se sabe que los vegetales no han aparecido en nuestro globo hasta épocas ulteriores, cuando los agentes atmosféricos, descomponiendo las rocas, hicieron apto el suelo para la produccion y la vida de los primeros organismos.

Véase cuántas y cuán poderosas son las razones que se oponen á la posibilidad de la existencia de séres vi-

vientes en el mundo de la Luna. ¿Debemos creer en una imposibilidad absoluta? Indudablemente que no. Todavía nos queda el recurso de imaginar condiciones de vitalidad, distintas de las que nos son conocidas; es decir, de entrar en la pura hipótesis.

Se ha tratado de resolver también de otros modos la cuestión tan interesante de la habitabilidad de la Luna, y me refiero principalmente al de la observación directa. ¿Pero se han obtenido mejores resultados? El telescopio ¿permite observar bien distintamente en la superficie de la Luna objetos tan pequeños como los seres animados? Esto es lo que vamos á juzgar.

Se ha hablado mucho de los grandes telescopios ó de esos anteojos que alcanzan un aumento fabuloso, por ejemplo, de 6,000 diámetros. Para la observación de la Luna esos aumentos tan considerables son de todo punto imposibles, y esto por varias razones. Es menester no olvidar que con un aumento de potencia visual tan grande, se obtiene una disminución más que proporcional en la intensidad de la luz del objeto observado, cuando este objeto, como la Luna, no es por sí mismo luminoso. De aquí que el aumento haya de tener necesariamente un límite; y por otra parte, la atmósfera terrestre nunca está tan serena que permita emplear instrumentos de mucho poder mientras que las imágenes ondulantes é incompletas quitan toda la nitidez á la visión. Así es que en el estado actual de la óptica aplicada, no puede emplearse para la observación de la Luna ese aumento de 6,000 diámetros que nos permitiría ver el astro como si le tuviéramos á la distancia de 16 leguas: hay que contentarse con aumentos de 1,100 á 1,200 veces, que colocan, en el caso de una distancia mínima,

las partes centrales del disco lunar, á 80 ó todo lo mas, á 75 leguas de nuestro ojo.

Con un instrumento bastante perfecto para permitir el empleo del mayor de esos aumentos, puede percibirse un objeto de una magnitud superficial de 400 metros de diámetro; de modo que aun así, la mas alta de las pirámides de Egipto no nos seria visible. Suponiendo, pues, que se llegara al aumento de 6,000 veces, únicamente podrian distinguirse los objetos que presentaran por lo menos un diámetro de 80 metros.

No puede, por tanto, esperarse que al observar la Luna, puedan reconocerse seres vivientes, animales o vegetales: las grandes selvas serian ciertamente visibles, pero como manchas sombrías poco definidas y solamente por el color se podrá juzgar de su existencia.

¿Se han notado en el disco lunar coloraciones que induzcan á creer en la existencia de vegetaciones que ocupan grandes especies? Muchos observadores están conformes en decir que independientemente de las desigualdades de brillo que ofrecen las distintas regiones lunares, hállanse igualmente otras diferencias de tintas en otros varios puntos. Indiquemos los principales.

El Mar de las Crisis es de un color gris mezclado de verde sombrío, si hemos de creer á Beer y Mædler. Según Webb, durante el plenilunio es cuando se nota esa tinta verdosa. El Mar de la Serenidad es de un color verde claro; y el Mar de los Humores ofrece claramente el mismo matiz rodeado de una estrecha orla gris.

Estos colores ¿serán, como se inclina á pensar Arago, simples efectos de contraste, nacidos de la oposicion de la luz brillante y ligeramente amarilla de las partes iluminadas del disco con la luz débil de las manchas som-

brías? Si es así, ¿porqué ese matiz verdoso no es comun á todas las llanuras, ó por lo menos á los espacios inmediatos á las regiones montuosas? Los mares de la Fecundidad, del Nectar y de las Nubes estarian admirablemente situados para presentar el mismo efecto de coloracion por contraste: y sin embargo, nada de esto prueba la observacion.

Por lo demás, lo que parece establecer el hecho de una coloracion positiva, es que otros sitios se presentan con un matiz rojizo. El cráter Lichtemberg situado en la proximidad de los montes Hercynios y del borde noroeste, presenta ese matiz tambien, al paso que la Laguna del Sueño es de un amarillo negruzco.

Vitruvio, cráter cuyo interior es bastante sombrío, se halla circundado de una region coloreada de azul pálido; y en fin, «las planicies circulares, cuyo centro no está ocupado por montañas, son en su mayor parte de un gris subido tirando á azulado y que se asemeja al «viso luciente del acero.» Humboldt, al sentar estos últimos hechos, añade que «las causas de esos tonos diferentes sobre un suelo formado de peñascales ó cubierto de sustancias movibles, son de todo punto desconocidas.» Ignórase en efecto si son las mismas rocas las que están así coloreadas, lo cual seria muy natural, ó si esas mismas tintas se deben á tal ó cual incidente luminoso, ó si finalmente provienen de espacios cubiertos de vegetacion, de praderías ó de selvas.

Esta última hipótesis pareceria indudablemente verosímil, si las razones que hacen creer en la privacion absoluta de aire y de agua en el suelo lunar, no hicieran tan problemática la existencia de seres organizados en su superficie.

CAPITULO V.

LOS MOVIMIENTOS DE LA LUNA.

XXI.

Revolucion de la Luna alrededor de la tierra.

Diferencia entre la duracion de una lunacion y la de la revolucion de la Luna

—Distancias de la tierra.—Dimensiones de la órbita y velocidad de la Luna.

—Forma real de la curva descrita en el espacio por nuestro satélite.

¿Qué nos han enseñado las fases de la Luna y su sucesion en periodos iguales de 29 dias y medio próximamente?

Que se mueve la Luna en el espacio en torno de la Tierra desde Occidente á Oriente, y que á la vuelta de una lunacion, encuéntrase en la misma posicion relativamente á la Tierra y al Sol, considerados como fijos. Si la Tierra estuviera realmente inmóvil, la duracion de la revolucion lunar seria entonces la misma de la lunacion, es decir, de 29 dias, 12 horas, 44 minutos y 3 segundos.

Pero mientras que la Luna describe su órbita, la Tierra misma describe la suya alrededor del Sol, ó por lo menos traza una parte que, evaluada en un arco de

círculo de cerca de 29 grados. Y como quiera que el sentido de los dos movimientos es idéntico, resulta por consecuencia evidente que la Luna ha efectuado una revolución completa antes que se cumpla la lunación enteramente. A eso mismo se refiere la figura siguiente.

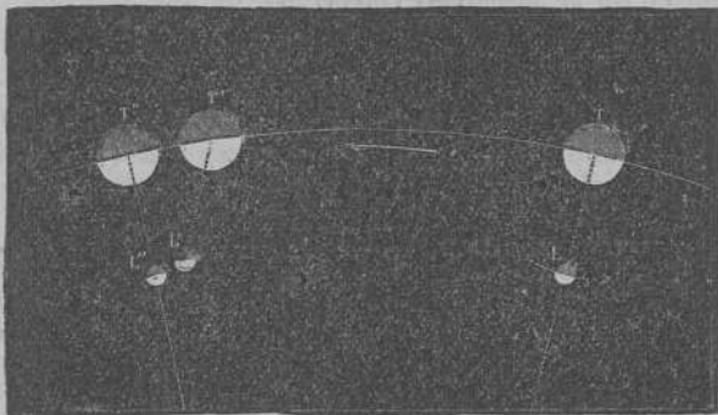


Fig. 40.—Diferencia de duración de la lunación y de la revolución de la Luna alrededor de la Tierra.

La Luna, partiendo de la posición L , época de la conjunción; llega á L' , punto donde termina su revolución (1) antes de alcanzar la posición L'' donde estará nuevamente en conjunción. Ahora bien, desde L' á L''

(1) Para comprender bien la diferencia que designamos, es preciso formarse una idea completa de la independencia de dos movimientos que son simultáneos. Si la Tierra estuviera inmóvil, la Luna hubiera terminado su revolución en el momento en que vuelve de nuevo al punto L . Pero durante este tiempo, la Tierra ha cambiado de lugar y la Luna con ella; de suerte que el punto L , ha venido á colocarse en L' en una dirección T, L' , paralela á la línea TL . Pero este punto L' no está ya en la dirección del Sol; por manera que la Luna Nueva llega un poco más tarde, cuando el astro llega hasta L'' en la dirección que desde la Tierra ya iría á parar al Sol.

réstale recorrer un arco de cerca de 29° , es decir, igual al arco recorrido por la Tierra durante la duracion de su revolucion. Esta duracion, es pues, menos considerable que la de la lunacion, y por un calculo bien fácil, se demuestra que es de 27 días, 7 horas, 43 minutos y 5 segundos:

Ahora ¿cual es la forma precisa de la curva descrita por la Luna? Esta es una cuestion que han resuelto los astrónomos, midiendo las dimensiones aparentes del disco lunar durante toda la duracion del período. Si esas dimensiones con relacion al centro de la Tierra fueran constantes, denotaria esto que la distancia de la Luna no habia variado, de lo cual hubiérase deducido que se movía en una órbita circular; pero no sucede así; esas dimensiones varían, y al calcular las variaciones correspondientes de la distancia, se ha reconocido que la curva tiene la forma de una elipse y que la Tierra ocupa uno de los focos.

Para dar una idea de la forma exacta de la elipse lunar, esto es, de su prolongacion, ó de la cantidad en que se diferencia de un círculo, damos á continuacion los números que miden las distancias estremas y la distancia media de la Tierra á la Luna, tomando la distancia media por unidad:

día tomada por unidades, tal como á continuacion se espresa:

Distancia máxima ó apogeo.	1.0549
— media.	1.0000
— mínima ó perigeo.	0.9451

Estas cifras numerales solo indican las distancias relativas; pero se han calculado tambien sus valores reales

que pueden espresarse ya en radios terrestres, ya en leguas ó en kilómetros. El método empleado para resolver el problema tan interesante de la distancia real de los astros, no es propio de este lugar; pero ya en otra ocasion hemos dado una nocion bastante concisa y clara que puede ayudar á comprender la idea (1).

La distancia máxima de la Luna á la Tierra elevase á 64 veces próximamente el radio ecuatorial de nuestro planeta; (mas exactamente: 65,585) mientras que en la época del perigeo ó de su distancia mínima, solamente se halla alejada de nosotros 57 radios de la Tierra (56,964). En fin, la distancia media de nuestro satélite es de 60 radios terrestres $\frac{1}{4}$ (60,275), equivalentes con corta diferencia á la 385ª parte de la distancia de la Tierra al Sol, la cual se eleva, como es sabido; á unos 25,200 radios terrestres.

Entre la Tierra y la Luna, ó por mejor decir, entre el centro de la Tierra y el punto de la Luna mas próximo á nosotros, habria que colocar de cabo á cabo y en línea recta, una serie de 50 globos iguales al de la Tierra para llenar el intervalo que separa á este planeta de su satélite en el momento en que se halla este á su distancia media. Necesitaríanse 110 globos lunares para ocupar el mismo espacio.

Traduzcamos ahora esas distancias mismas en leguas ó en kilómetros.

Los centros de la Tierra y de la Luna están á una distancia de 405,457 kilómetros, ó sean 101,564 leguas en el apogeo; de 565,249 kilómetros ó sean 90,812 leguas en el perigeo, y por último, en la época de su dis-

(1) Véase la tercera parte de nuestra obra EL CIELO.

tancia media, el intervalo de los centros mide 384,353 kilómetros, esto es, 96,088 leguas.

Como es natural, habrá que disminuir ó rebajar de todos esos números los dos radios de la Luna y de la Tierra, si se trata de obtener las distancias de los dos puntos mas inmediatos de la superficie de ambos globos; y en tal caso las cifras precedentes se reducen á estas:

Distancia apogeo. . .	397,545 kil. ó	99,536 leg.
— perigeo. . .	355,135 »	88,784 —
— media. . .	376,259 »	94,059 —

Solo 94,000 leguas: distancia que no llega á nueve veces y media la circunferencia entera de la Tierra. Habrá indudablemente muchos marinos que en sus navegaciones habrán recorrido un camino tan largo, camino que los trenes *expresos* de nuestras vias férreas recorrerian ciertamente en menos de trescientos dias.

Supongamos que el espacio que separa á la Luna de la Tierra estuviera enteramente lleno de aire, de manera que el sonido pudiese propagarse de un globo al otro. Si en la época del plenilunio tuviera lugar una erupcion volcánica en la superficie de nuestro satélite, el ruido de la esplosion no llegaria á nosotros hasta despues de 13 dias y ocho horas de haber ocurrido; de suerte que no podriamos advertirlo hasta cerca del novilunio siguiente. Este cálculo supone que la temperatura del espacio fuera de 0°. Necesitariase un poco menos tiempo, de 8 á 9 dias próximamente, para que una bala de cañon pudiese franquearla misma distancia, suponiendo que conservara su celeridad constante de 500 metros por segundo. La luz por fin, el mas rápido de

todos los movimientos, rebota desde la Luna á la Tierra en 4 segundo $\frac{1}{4}$.

En estas comparaciones familiares, propias para fijar en la memoria y en la imaginación distancias de las cuales cuesta trabajo formarse una idea exacta, solo se trata de cuerpos de celeridad constante. Podria tambien calcularse el tiempo que tardaria en caer un cuerpo desde el centro de la Luna al centro de la Tierra, ó lo que equivale á lo mismo, el tiempo que pudiera tardar la Luna á reunirse con nuestro planeta, si la fuerza tangencial que, combinada con la pesadez, le obliga á describir su órbita, quedara súbitamente aniquilada. Al cabo de 6 dias, 5 horas, 40 minutos y 15 segundos; la catástrofe cuyas consecuencias terribles no necesitamos describir, quedaria consumada.

Suponiendo á la Tierra inmóvil en el espacio, la Luna describe en su rededor una elipse, cuyo desarrollo es de 2.415,175 kilómetros, ó sean 605,545 leguas; la rapidez con la cual recorre esta curva, es variable, pero por término medio es de 4,022 metros por segundo.

En realidad la órbita lunar es bastante mas complicada, porque nuestro planeta, en su movimiento alrededor del Sol, arrastra consigo á la Luna al través del espacio. Del propio modo una persona colocada en el puente de un navío en marcha, al volver al rededor palo mayor, cree moverse en un círculo, mientras que la línea que describe el buque en la superficie del mar, es una curva sinuosa, cuya forma es análoga á la de la órbita real de la Luna. A la verdad el camino que exactamente recorre entonces esa persona, aun es mas complicado, y para dar una idea de su verdadera forma, habrá que tener en cuenta, á la vez que su movimiento mismo, el

movimiento del buque obre la mar, y el doble movimiento de rotacion y de revolucion de la misma tierra.

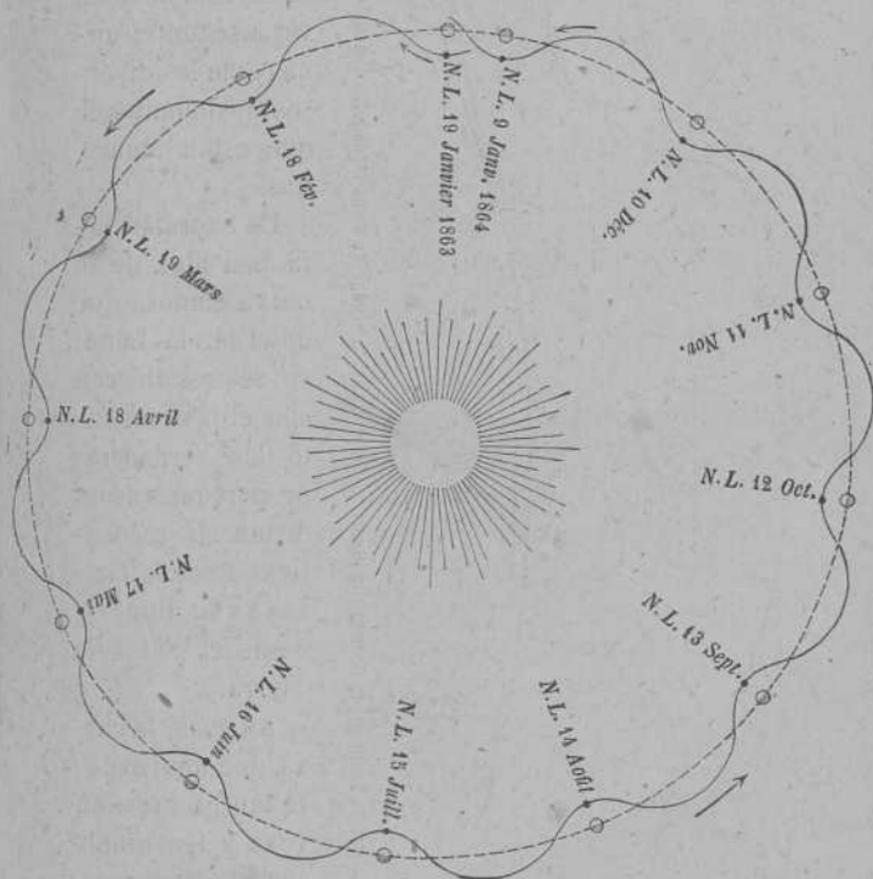


Fig. 41.—Curva descrita en un año por la Luna en torno de la Tierra.

Ya se verá mas tarde que el Sol se mueve tambien en el espacio, arrastrando con él á la Tierra y á los otros planetas con sus satélites; de lo cual resultan para las órbi-

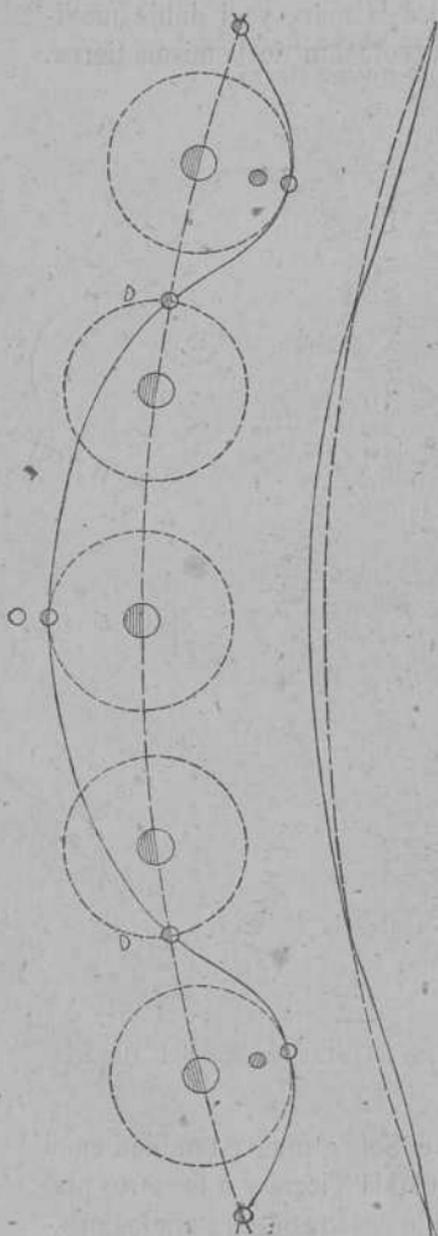


Fig. 42.—Forma accidentada de la órbita lunar: 1.º amplificada; 2.º reducida á sus verdaderas dimensiones.

tas de todos esos cuerpos, formas sinuosas, cuyo grado de complejidad varia segun el número de los diversos movimientos de que están animados.

La figura 42 dará una idea de la curva sinuosa que describe la Luna, si se restablecen con el pensamiento las verdaderas proporciones de las distancias respectivas desde la Tierra á la Luna y desde el Sol á la Tierra.

Además, la curva que aqui parece tan pronto convexa y tan pronto cóncava por la parte del Sol, en realidad siempre es cóncava.

La Luna en fin, no está situada

siempre en el plano de la eclíptica ó de la órbita terrestre; el plano de su propia órbita está inclinado en una proporción casi constante sobre el primero ($5^{\circ} 9'$ aproximadamente). Resulta de aquí que nuestro satélite se halla tan pronto encima, como debajo del plano de la figura, por el cual pasa dos veces por revolución. Cada una de esas dos posiciones particulares se llama *nudo*; *nudo ascendente*, cuando la Luna pasa de Sur á Norte, y *nudo descendente* cuando pasa desde Norte á Sur de la eclíptica.

Dos nudos consecutivos no ocupan en la elipse lunar posiciones diametralmente opuestas, y esas posiciones mismas varían desde una revolución á otra. Únicamente después de un intervalo de diez y ocho años y ocho meses, es cuando los nudos vuelven á encontrarse en las mismas situaciones relativas; y esta es una de las razones que impiden renovarse en cada lunación los eclipses de Sol y de Luna.

El movimiento de la Luna ofrece otras irregularidades que se han llegado á reconocer y que hacen sumamente complicado su estudio. Este estudio sería hasta imposible, si la teoría de la gravitación universal, al permitir desentrañar las causas de esas desigualdades, no hubiera dado á las observaciones la fuerza de los resultados del cálculo matemático. Pero ya se comprenderá la imposibilidad en que nos encontramos de tocar, ni aun indirectamente, en esta obra cuestiones tan arduas.

XXII.

Los movimientos de la Luna. Rotación.

Igualdad de duración de los dos movimientos de rotación y de revolución de la Luna.—Polos y ecuadores lunares.

La Tierra gira sobre sí misma en el intervalo de un día sideral: el movimiento diurno de las estrellas y de los astros, desde Oriente á Occidente atestiguan á nuestra vista la realidad de su rotación en sentido inverso. Las manchas del Sol, y las que asimismo se perciben en el disco del planeta Marte, y en el de Júpiter y las escotaduras de los crecientes de Mercurio y de Venus, nos han probado hace largo tiempo que todos esos astros se hallan sometidos á movimientos del mismo género y que se efectúan en igual sentido, pero cuyos periodos de duración son bastante distintos.

La Luna no está exenta de esa ley que parece común á todos los cuerpos celestes. Al propio tiempo que efectúa alrededor de la Tierra su revolución mensual, gira también sobre sí misma en torno de un eje invariable; y, ¡circunstancia estraña! la duración de su rotación es precisamente igual á la de su movimiento de revolución. Lo mismo que la Tierra, la Luna tiene, pues, polos, ecuador, círculos meridianos y paralelos.

De ahí los fenómenos que ya hemos estudiado y que hacen que cada punto del globo lunar tenga noche y día, según que la luz del Sol le deja sumergido en la sombra ó le ilumina con sus rayos. Lo mismo que en la Tierra, hay también que distinguir en la Luna dos días diferentes y de una duración desigual: el día *sideral* que tiene transcurre entre dos rotaciones sucesivas, y cuya duración es de 27 días, 7 horas, 43 minutos y 11 segundos; y el día *solar*, intervalo comprendido entre dos vueltas del Sol sobre el mismo meridiano, y cuya duración iguala á la de una lunación entera, es decir, 29 días, 12 horas, 44 minutos y 3 segundos.

La diferencia entre el día sideral lunar y el día solar, es, como se vé, de 53 horas, 51 minutos, al paso que el día sideral y el día solar terrestre apenas se diferencian 4 minutos (3^m 56^s). La causa es no obstante la misma, y se encuentra toda por completo en la circunstancia de que cada uno de los dos astros, Tierra y Luna, al mismo tiempo que gira sobre sí mismo, es arrastrado por el espacio y describe un arco alrededor del Sol. Pero siendo la duración real de la rotación de la Luna más de 27 veces mayor que la de la rotación terrestre, viene á resultar, en las diferencias de los días siderales y solares de ambos astros, una desigualdad doblemente proporcional.

¿De qué manera se manifiesta á nuestra vista el movimiento de rotación de la Luna? ¿Vemos en su disco moverse las manchas de un extremo al otro, como sucede con las del Sol y las de los demás planetas? No por cierto: sabemos, por el contrario, que la Luna presenta siempre la misma faz á la Tierra; prescindiendo de las ligeras oscilaciones periódicas, que descubren tan

pronto al Norte y al Sur como al Este y al Oeste, ciertas regiones del hemisferio invisible.

Parecería, pues, á primera vista, que la Luna no gira sobre sí misma, y que, á diferencia de los demás astros, está privada de todo movimiento de rotacion; y esto es efectivamente lo que se ha pretendido, y lo que todavía se pretende por algunos sabios (1) que no parecen esplicarse bien las condiciones geométricas de la cuestion.

Cierto que si la Tierra y la Luna formaran un sis-

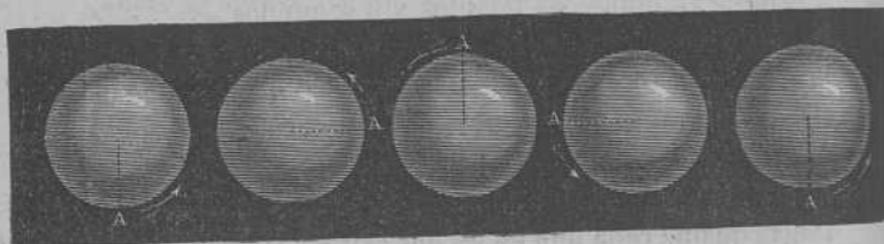


Fig. 45.—Movimiento de rotacion de una esfera supuesta inmóvil.

tema inmóvil en el espacio, y si la segunda no tuviese un movimiento de traslacion alrededor de la primera la rotacion de la Luna manifestariase por el cambio de lugar de sus manchas, que veriamos moverse paralelamente en su disco. Sin duda tambien la permanencia de la misma faz frente á nosotros, seria un indi-

(1) Una revista científica inglesa *The astronomical register*, ha publicado sobre este asunto en sus números de 1864 una série de artículos, donde los argumentos en pro y en contra de la rotacion lunar constan largamente tratados en prosa y en verso. Como la discusion *The moon controversy* amenazaba ser interminable, el editor se vió precisado á poner término bruscamente á la tenacidad británica de los interlocutores.

cio evidente de su inmovilidad y de la ausencia de todo movimiento de rotacion; pero en primer lugar la Tierra se mueve alrededor del Sol, arrastrando en su marcha á la Luna con ella; y además, el referido satélite efectúa continuas revoluciones alrededor de nuestro planeta.

Con estas condiciones la rotacion de la Luna es una consecuencia del hecho mismo, que parece contrariarla, de la permanencia constante de sus manchas visibles; permanencia que no prueba sino una cosa, y es, que el periodo de la revolucion y el de la rotacion son rigurosamente iguales.

¿Qué es en efecto un movimiento de rotacion? ¿Cómo puede conocerse que un cuerpo, una esfera, por ejemplo, ha ejecutado en torno de uno de sus diametros una rotacion completa?

Evidentemente cuando la esfera ha presentado sucesivamente una de sus caras á todos los puntos del espacio que la rodea. Si se divide la rotacion entera en cuatro periodos, la figura 43 muestra la manera como se presentaría la esfera, al iniciarse cada uno de sus periodos, á un observador inmóvil.

Ahora bien, que la esfera, durante el tiempo que precisamente tarda en efectuar esa rotacion alrededor de su eje, ejecute un movimiento de revolucion en torno del observador inmóvil ó no, siempre resultará evidentemente que la rotacion entera se efectuará si la cara del punto A, que forma el centro aparente, se presenta sucesivamente á todas las regiones del espacio. Pues eso mismo es precisamente lo que sucede con la Luna cuando ha efectuado una revolucion completa sobre su órbita, y la comparacion de las figuras 43 y 44 lo demuestran de una manera incontestable. Nótase en

la segunda que el punto A que marca el centro del disco lunar vuelto hácia nosotros, en la época del plenilunio, ocupa las mismas posiciones en las fases sucesivas que el punto A de la primera figura, hasta la época del plenilunio siguiente, y esto sin dejar de ser siempre el punto central del disco con relacion á la Tierra.

La figura 44 demuestra tambien que la rotacion com-

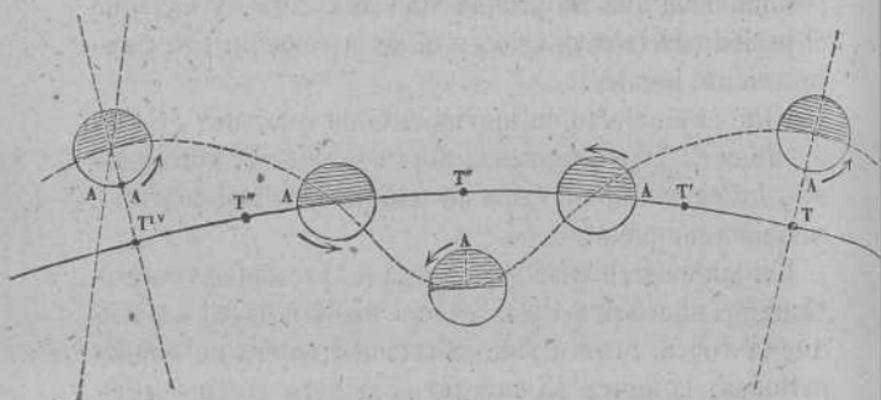


Fig. 44.— Movimiento de rotacion de la Luna.

pleta tiene lugar antes que se efectúe íntegramente la lunacion, y esto mismo explica la duracion de 27 dias $\frac{1}{3}$ asignada á la rotacion y á la revolucion lunares, en vez de los 29 dias $\frac{1}{2}$ necesarios para que vuelva á entrar nuestro satélite en la misma fase.

Comparando el periodo invertido durante la rotacion lunar con el de la Tierra, resulta que del primero es 27 veces y $\frac{4}{10}$ próximamente mas largo que el segundo, y esa lentitud explica perfectamente por qué no haber podido acreditarse el aplastamiento sensible de los polos

de la Luna, por ser la fuerza centrífuga desarrollada por el movimiento de rotacion, la causa que produce el engrosamiento ó hinchazon ecuatorial de los cuerpos celestes.

La velocidad angular es igual para todos los puntos de un globo cualquiera que gira alrededor de su eje; pero la ruta descrita por cada uno de ellos depende de su mayor ó menor distancia de su eje: siendo nula en sus dos polos, va aumentando á medida que los puntos alcanzan una latitud menor, hasta el ecuador en que adquiere su mayor grado. Asi un punto del ecuador lunar solo recorre 16 kil6metros y 650 metros por hora; esto es, unos 4^m 6 por segundo, y esta rapidez es 100 veces menor que la de cualquier punto del ecuador terrestre, la cual es de 464 metros.

Como la celeridad del movimiento de traslacion de la Luna en su 6rbita es de 1,022 metros por segundo, mas de 200 veces superior á su celeridad de rotacion, resulta que la Luna se desliza en el espacio como una rueda sujeta por un punto, y que cambia de lugar lentamente sobre la circunferencia, segun la espresion de M. Saigey.

Con todo, es menester no olvidar, si se quiere tener una idea exacta del movimiento de la Luna en el cielo, que participa al propio tiempo del movimiento que arrastra á la Tierra alrededor del Sol. Su rapidez efectiva es, pues, ya igual á la de nuestro planeta (casi 50 kil6metros por segundo), ya superior, ya un poco mas d6bil, segun las direcciones relativas de ambos movimientos.

El eje de rotacion de la Luna es casi perpendicular al plano de su 6rbita; mas como ese plano no coincide con el de la 6rbita terrestre (forma con 6l un 6ngulo de 5° 8'),

resulta que según las posiciones relativas de los dos astros, vemos ya el polo Norte, ya el polo Sud del globo lunar. El polo boreal está un poco mas allá de un cráter llamado Gioja, y el polo austral ocupa una posición muy inmediata á los montes Dœrfel, que se extienden un poco hácia al Este de ese punto. En fin, el meridiano medio que da la dirección del eje polar, atraviesa el disco siguiendo una línea que nunca se desvia mucho, respecto de la Tierra, de la línea recta, dejando á Tycho al Este, rasando el muro occidental de Ptolomeo, atravesando el Golfo del Centro, cortando los Apeninos, los Alpes y el mar del Erio, á corta distancia del circo siempre oscuro de Platon.

En cuanto al ecuador de la Luna, su posición está determinada por un diámetro perpendicular á la línea de los polos: partiendo, en el borde oriental, del cráter Riccioli, cruza el Océano de las Tempestades y el mar de las Nubes, dejando un poco hácia el Norte los circos radiantes de Kepler y Copérnico, pasa, como la línea de los polos, por el Golfo del Centro, separando al Mar de la Tranquilidad del Néctar, y terminando al Oeste en el Mar de la Fecundidad.

XXIII.

Forma y dimensiones del globo lunar.

Aplastamiento insensible.—Forma prolongada hácia la Tierra.—Dimensiones comparadas de la Tierra y de la Luna.—Masa y densidad.—Gravedad en la superficie.

La Luna tiene la forma de una esfera, de la cual solo percibimos un poco mas de la mitad, y esto resulta, como ya queda dicho mas arriba, de la apariencia constantemente circular de su disco y de la forma elíptica de la línea que separa las regiones oscuras de las que reciben la luz solar. Todos los diámetros del disco son de igual magnitud, salvo algunas leves irregularidades que provienen de las crestas dentadas producidas sobre los bordes por el perfil de las montañas. El globo lunar no está, pues, aplastado como lo está el nuestro, en sus dos polos de rotación, ó si lo está acaso, es de una manera insensible é inapreciable para nosotros. Que la Luna, lo mismo que la Tierra, ha estado fluidificada en su origen, es una hipótesis de gran probabilidad; pero la poca rapidez de su movimiento de rotacion esplica suficientemente cómo es que no tiene la forma de un elipsoide abultado en su ecuador.

Sin embargo, parece cierto que el globo de la Luna no es de forma rigurosamente esférica: la atraccion de

la Tierra ha debido prolongarlo en la dirección del centro de nuestro globo, de manera que tiene siempre vuelto hácia nosotros su mayor diámetro. A esta circunstancia, que por lo demás es una consecuencia de las leyes de la gravedad, atribuye Laplace la perfecta igualdad de los dos movimientos de rotacion y de revo-

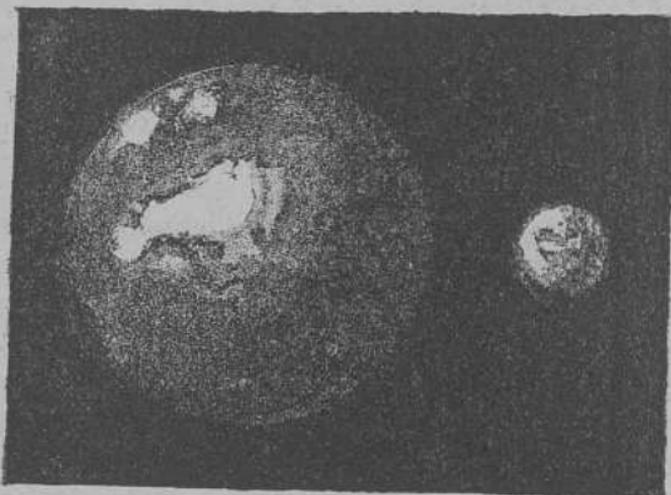


Fig. 45.—Dimensiones comparadas de la Tierra y de la Luna.

lucion de nuestro satélite; movimientos que debieron ser ligeramente desiguales. Tal vez lleguen un día á medirse con bastante exactitud los distintos meridianos lunares, y ese hecho nos hará completamente sensible la prolongacion misma de que hablamos.

Pero no nos basta conocer la forma de un astro: nuestra curiosidad nos incita aun á buscar cuáles son sus verdaderas dimensiones. Nada mas fácil, cuando conocemos á la vez su distancia y el ángulo bajo el cual se

ve su diámetro: basta entonces para el objeto resolver un problema de triangulación de los mas sencillos.

El radio de la Luna es cerca de tres undécimas partes ó sea como un cuarto del radio ecuatorial de la Tierra, ó espresándonos con mas precision, las 0,273125 de ese radio. Calculado en kilómetros, el diámetro lunar mide 5475 kilómetros, equivalentes á poco menos de 869 leguas.

La circunferencia de un meridiano ofrece un desarrollo de 10,925 kilómetros ó sean 2731 leguas, y la longitud de un grado es igual a 50,546 metros. Tal es la distancia que habria de recorrer á vuelo de pájaro el que se propusiera verificar un viaje alrededor del mundo lunar; y digo á vuelo de pájaro, porque los obstáculos que opondrian las asperezas montañosas alargarian notablemente las dificultades y la duracion del viaje.

En cuanto á la totalidad de la superficie, es un poco menor que la decimatercia parte de la estension superficial de la Tierra (0,0746), comprendiendo cerca de 38 millones de kilómetros cuadrados, ó sea poco mas del cuádruplo del continente europeo; lo cual da 19 millones de kilómetros cuadrados para el hemisferio, visto desde la Tierra. Verdaderamente y merced á movimientos de que ya nos ocuparemos luego, podemos observar nosotros un poco mas de la mitad de nuestro satélite, y calculando la superficie de todas las partes visibles, se llega á obtener una totalidad de 21.885,000 kilómetros cuadrados, equivalentes á 4.368,000 leguas cuadradas, que representan 41 veces la estension superficial de la Francia.

Si de las dimensiones lineales y superficiales, pasamos á ocuparnos de su volúmen, resulta que la Luna es pró-

ximamente 49 veces menor que la Tierra, lo cual viene á ser igual á mas de 22,000 millones de kilómetros cúbicos.

Comparativamente con el volúmen del Sol, el grueso de nuestro satélite equivale á una parte mínima del inmenso globo cuya luz nos refleja. Sería pues necesario acumular 62 millones de Lunas para llenar la prodigiosa esfera; y no obstante, los discos de ambos astros nos parecen ocupar con corta diferencia la misma estension en la celeste bóveda; lo cual, como ya dejamos dicho, consiste en la gran diferencia de distancias que relativamente ocupan, de las cuales la una es 385 veces mayor que la otra.

Las cifras numéricas que acabamos de citar solo se refieren á la importancia geométrica del globo lunar, pero nada nos revelan sobre la materia de que se compone. El telescopio mismo nos hace ver la forma que esa materia ha tomado bajo la influencia de las fuerzas internas y cómo se encuentra aglomerada, aquí en vastas llanuras, allí en una multitud de asperezas, de collados, de montañas circulares ó cónicas, de picachós, crestas y agujas piramidales que guardan mas ó menos analogía con nuestras montañas terrestres; pero ¿cuál es la naturaleza de las rocas de que se hallan formadas esas asperezas mismas, y cuál la del suelo liso y uniforme, de los valles y de las llanuras? Cuestiones son estas cuya solucion seria tan interesante cuanto en realidad es difícil.

Sin embargo, la mecánica celeste suministra para este efecto algunos datos. El conocimiento exacto del movimiento que arrastra á la Luna en torno de la Tierra y la certidumbre al propio tiempo que se tiene desde el

gran descubrimiento de Newton, de que es la ley de la gravedad la que retiene al astro dentro de su órbita, han permitido calcular la masa de nuestro satélite. Ya hemos dado en otro lugar (1) una idea de los métodos que permiten formar un cálculo de ese género, y hemos dicho también cómo los astrónomos han podido pesar los cuerpos celestes y valuar sus masas y sus densidades. Aplicados á la Luna, esos métodos nos han enseñado que la masa de nuestro satélite es la 81ª parte de la masa terrestre y como consecuencia lógica de ello, que la densidad de la materia de que se compone es igual á las 602 milésimas de la densidad media de nuestro globo.

Traduzcamos ahora esas evaluaciones en cantidades conocidas. El peso de la Luna vale cerca de 72 trillones de toneladas de á mil kilogramos: su densidad media comparada con la del agua, de 3,55; es decir, que el globo lunar pesa mas de tres veces y media que un globo de agua de igual dimension. Pero hay que añadir que la Luna está indudablemente formada, lo mismo que la Tierra, de capas heterogéneas, cuya densidad aumenta siempre desde la superficie al centro. Por tanto las capas que constituyen el suelo, son mas ligeras de lo que indica la densidad 3.55. ¿En qué cantidad ó en qué proporcion? Eso es lo que se ignora.

No obstante, esa densidad media, comparada con la de algunos minerales de la corteza terrestre, nos permitirá formar una idea de la composicion de la materia

(1) Véase el capítulo que trata de la *Gravitacion universal* en nuestra obra *LE CIEL*, tercera edicion, pág. 550.

lunar. El carbonato de manganeso, el epidotis, el vidrio conocido con el nombre de *flint* y el diamante, tienen, sobre poco mas ó menos, el mismo peso específico que la materia lunar: la sustancia compuesta de que están formados los aerólitos sirve acaso mas para facilitarnos un término de comparacion; y así es curioso hallar los números 5.57, 5.54 para las densidades de algunos meteoritos recogidos al caer en la superficie terrestre. Tal identidad pudiera acreditar la opinion de que los aerolitos deben ser piedras lanzadas por los volcanes de la Luna, si no fuera hoy tan conocido el origen cósmico de esos cuerpos.

Finalmente, hay todavía un elemento que debe tomarse en cuenta al tratarse de comparar la constitucion fisica de la Luna con la de nuestro globo terrestre, y es la intensidad de la fuerza de gravedad en la superficie. Esta intensidad varia en los distintos cuerpos celestes, siendo tanto mayor cuanto la masa total es mas considerable, pero al mismo tiempo tanto mas débil cuanto mayor es el radio del astro, ó, lo que es igual, cuanto mas alejada esté del centro la superficie del suelo. Aplicando por consiguiente á la Luna estos principios, llegaremos al resultado de que la gravedad es en su superficie entre $\frac{1}{5}$ y $\frac{1}{6}$ de la que comprime á los cuerpos en el suelo terrestre. Es decir, que si se supone á un hombre trasportado á nuestro satélite, si se imagina ademas que sus fuerzas musculares son aun las mismas durante esa nueva estancia, podrá levantar sin mayor esfuerzo pesos cinco ó seis veces mas graves, mientras que el peso de su mismo cuerpo le parecerá asimismo cinco veces y media mas leve.

Ya hemos visto antes las consecuencias tan importan-

tes que pueden deducirse de ese hecho fundamental al tratarse de valuar las fuerzas que han podido elevar á tan prodigiosas alturas relativas esas enormes masas de rocas y de peñascales que forman las montañas de la Luna.

XXIV.

¿Es la luna el único satélite de la tierra?

Ya hemos dicho al principio de este estudio, que la Luna es el astro mas próximo á nosotros. ¿Es cierta esta asercion en absoluto? Esto es lo que los astrónomos han creido durante mucho tiempo; y en verdad todos los planetas conocidos de nuestro mundo solar, todos los astros que tienen al Sol por centro ó foco de sus movimientos; y con mucha mas razon aun, todos esos puntos luminosos que brillan en la bóveda celeste, se hallan á unas distancias incomparablemente mayores. Venus en su mas corta distancia de la Tierra, se encuentra á 9.700,000 leguas, es decir, cien veces mas alejada que la Luna. Marte no se aproxima sino á una distancia de 14 millones de leguas (lo cual sucede raramente) 145 veces superior á la distancia de la Luna. Estos son los planetas mas próximos.

Pero ademas de los cuerpos celestes individualmente conocidos, y cuya marcha puede calcularse, existe un verdadero hormiguero de pequeños cuerpos que viajan en legiones alrededor del Sol, y á una distancia de ese astro radiante igual con corta diferencia con la de la Tierra. Son esos mismos que se nos aparecen en las se-

renas noches bajo la forma de surcos luminosos ó de brillantes globos; las *estrellas errantes y los bólidos*. Sus órbitas parecen costear la órbita de la Tierra y cortarla algunas veces. Cuando tiene lugar el choque ó bien rozan solamente las regiones superiores de la atmósfera, inflámanse á su contacto y continúan su marcha, ó bien atraídas por la masa de nuestro globo, caen á su superficie: tales son las petrificaciones conocidas con la denominacion de *meteoritos* ó de *aerolitos*.

Tenemos, pues, un gran número de pequeños astros que nos visitan en épocas periódicas, aproximándose á nosotros mucho mas que se aproxima la Luna á la Tierra; pero no hay medio de reconocerles ó clasificarles en esa multitud en apariencia tan confusa.

Algunos astrónomos, en cuyo número debemos citar á M. Faye, creen que cierto número de estrellas errantes, las mismas que aparecen aquí y allí todas las noches del año, son otros tantos satélites de la Tierra robados, digámoslo así, por nuestro globo á los espesos enjambres que circulan en numerosos grupos alrededor del Sol. ¿Esta hipótesis está basada en observaciones positivas además de la simple verosimilitud? Esto es lo que el hecho siguiente nos permitirá afirmar. Un astrónomo francés, M. Petit, del observatorio de Tolosa, ha calculado la órbita de un bólido, sobre el cual habia podido recoger suficiente número de datos. Este singular satélite de la Tierra, compañero de nuestra Luna, hace, segun M. Petit, en torno de nosotros su revolucion en un período de tiempo que no escede de 3 horas 20 minutos, y su distancia al centro de nuestro globo es por término medio de 14,500 kilómetros. De aquí resulta que esa distancia contada á partir de la superficie terrestre,

no excedería de 8,140 kilómetros; es decir, que sería cerca de cuarenta y seis veces un tercio menor que la distancia de la Luna. En cuanto á su órbita, segun el mismo astrónomo, tiene un desarrollo de mas de 91,000 kilómetros, y la celeridad media del pequeño astro á lo largo de esta curva, es de 7,600 metros por segundo.

Así, pues, si se confirmasen estas observaciones, no sería la Luna la única compañera de la Tierra en su viaje periódico á través de las regiones etéreas; y tendríamos bien cerca de nosotros, y en todo caso mas próximas que el globo lunar, otras pequeñas Lunas en miniatura, cuyas faces brillantes se presentarían á nuestra vista siempre que no se eclipsen en el cono de la sombra terrestre, es decir, muy raramente, á no ser que sus órbitas se inclinen bastante sobre la órbita de la Tierra.

CAPITULO VI.

INFLUENCIAS DE LA LUNA.

XXV.

Mareas oceánicas, atmosféricas y subterráneas.

Pudiera escribirse un grueso volúmen de todos los desvaríos, y no tememos decir, de todas las necedades que se han difundido sobre la Luna y sus pretendidas influencias sobre nuestro planeta y sobre sus habitantes: formariase un libro mas voluminoso todavía si se reunieran todas las congeturas y preocupaciones que existen aun hoy mismo sobre el particular, tanto en los pueblos civilizados, como en las tribus sumidas aun en la barbarie, que componen nuestra ignorante humanidad.

La mayor parte de esas ideas, mas ó menos absurdas, han merecido el honor de una discusion séria, en la cual no entraremos. Arago, ingenio tan vasto y tan dispuesto al propio tiempo á recoger las tradiciones populares, no para admitirlas tales cuales son en si en las regiones de la ciencia, sino para extraer la parte de certeza que puedan tener, interpretándolas en su verda-

dero sentido, ha consagrado algunos capítulos al examen de las diversas influencias atribuidas á la Luna. Ha probado sin réplica que unas están destituidas de todo fundamento, de toda verosimilitud, y que las otras son sumamente débiles y sin relacion con la grandeza de los efectos que tenian por objeto explicar.

Entremos ahora en algunos detalles acerca de las únicas influencias científicamente acreditadas.

La luna influye en la Tierra por su masa.

Los fenómenos que resultan de esta accion incesante, no se reducen á las *mareas*.

Todas las moléculas materiales, cuyo conjunto forma el globo lunar, atraen á la vez todas las moléculas que componen el esferoide terrestre, contrabalanceándose así en cierta medida su propia gravedad. Mas la energia de esta atraccion no es la misma para todas las moléculas, dependiendo á la vez de sus distancias al centro de la masa atrayente, y del ángulo que forma la direccion de la fuerza con la direccion de la gravedad terrestre.

Por lo dicho se comprenderá fácilmente que los puntos situados verticalmente bajo la Luna, son los que sufren la mas fuerte disminucion en su gravedad y que esta se aumenta á medida de su alejamiento de dicha posicion en toda la superficie del hemisferio terrestre vuelto hácia nuestro satélite. Respecto de la parte sólida del globo, no resulta de aquí ninguna deformacion en ella; pero no es lo mismo en lo relativo de su parte fluida, es decir, de la masa de las aguas del Océano y de la de las capas atmosféricas. Merced á su fluidez é independenciam, las moléculas líquidas y gaseosas, elevanse bajo la influencia de la atraccion lunar; la super-

ficie líquida del Océano se alarga, se hincha y aumenta de volúmen por el lado de la Luna, y en lugar de conservar su forma casi esférica, toma la de un huevo con

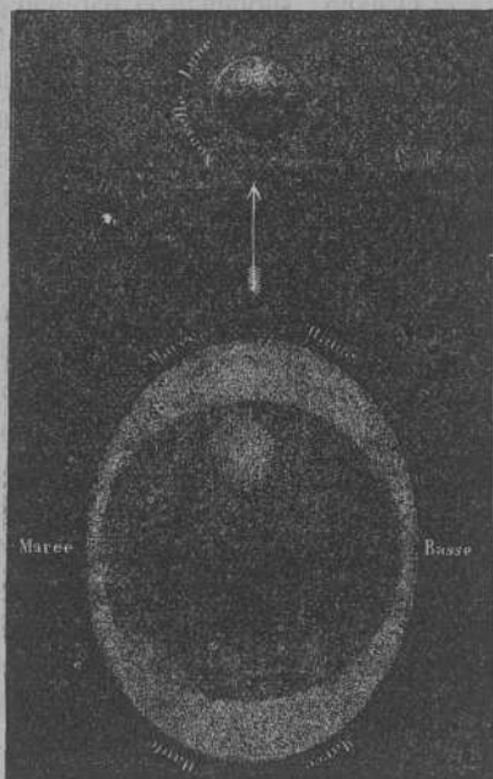


Fig. 46.—Atracción de la Luna sobre las aguas del mar.

todas sus proporciones similares. Lo mismo sucede con la sábana gaseosa que rodea á la Tierra, y esa elevacion de las partes fluidas, es la que ha recibido el nombre de marea. Si la Tierra careciera de movimiento propio, la marea seria permanente y las aguas conservarían su

equilibrio, que únicamente vendrían á alterar las influencias meteorológicas.

Pero la Tierra en su revolucion, presenta á la Luna toda su periferia, y la onda marítima se pasea de este modo sobre el Océano, siguiendo el paralelo que corresponde á la posicion de nuestro satélite. En el hemisferio opuesto ocurren simultáneamente los mismos fenómenos; la superficie líquida se alarga en frente de la Luna; las moléculas, mas distantes y por consiguiente menos atraídas, permanecen mas atrasadas, de suerte que resulta un efecto semejante en todo, debido á las circunstancias contrarias.

No es este el lugar de describir todos los períodos que presentan los fenómenos de las mareas, períodos diurnos, mensuales y anuales, cuyas causas múltiples obedecen á los movimientos simultáneos (1) de la Luna y de la Tierra, y á la accion de la masa del Sol.

El que quiera saber el grado de intensidad de esa fuerza que sobre una masa tan considerable como las aguas del Océano, produce movimientos tan violentos como los de las grandes mareas, se sorprenderá sin duda al encontrar que solo disminuye el peso de los cuerpos en la superficie de la Tierra una diez y seis millonésima parte. Así, pues, un cuerpo que pesa 16 kilogramos, cuando la Luna pasa por su cénit, ejerce una presion menor que en el momento en que el astro se encuentra en el horizonte: mas ¿en qué cantidad? En la de un milígramo al máximum. Esta cifra puede dar una idea de lo que puede llegar á ser la fuerza mas insignificante, cuando se multiplica y se incorpora con una masa tan

(1) Véase sobre este asunto el capítulo que trata de las mareas en nuestra obra de astronomía LE CIEL, citada ya en la presente.

inmensa como lo son las aguas del mar, y se acumula incesantemente á cada instante de la duracion.

Mas para tener una idea de todo cuanto una accion de ese género ha podido producir en el globo terrestre, es necesario no contar por dias ni por años, sino por siglos, y miles de siglos. Entonces podrá comprenderse cómo la estructura de los continentes y la configuracion de las costas ha podido ser lenta, aunque irresistiblemente modificada por ese ariete de múltiples cabezas que bate dos veces al dia con su choque tenaz é inexorable las dunas, las rocas litorales y los derrumbaderos. «La Luna, dice Humboldt, en virtud de la atraccion que ejerce en comun con el Sol, pone en movimiento el »Océano, hace cambiar de lugar al elemento liquido y »por la hinchazon periódica de los mares y los efectos »destructivos de las mareas, altera insensiblemente los »contornos de las costas, favorece y contraría el trabajo »del hombre y provee de la mayor parte de los materiales de que se forman los asperones y conglomerados cubiertos á su vez por los fragmentos rodados y »sin cohesion de los terrenos de transporte. La Luna, »influye sin cesar, como fuente de movimiento, en las »condiciones geológicas de nuestro planeta. »

Ya dejamos dicho que la Luna, á la vez que influye por su misma masa en los movimientos del mar, debe tambien dislocar las capas gaseosas de que está formada la atmósfera terrestre; y de ahí las *mareas atmosféricas*.

«Para llegar hasta el Océano, dice Laplace, la accion »del Sol y de la Luna, atraviesa la atmósfera, que debe »esperimentar por consiguiente su influencia y someterse á movimientos análogos á los del mar, de lo cual

»resultan variaciones periódicas en la altura del barómetro y corrientes de viento, cuya dirección y cuya intensidad son también periódicas. Estos vientos son poco considerables y casi insensibles en una atmósfera por demás bastante agitada. La extensión de las oscilaciones del barómetro no llega á un milímetro en el ecuador, donde es mayor precisamente.» En París las observaciones practicadas en el período de ocho años, han confirmado las deducciones teóricas del gran geómetra, probando que la acción lunar sobre la atmósfera solo ha hecho oscilar el barómetro la décima octava parte de un milímetro. ¿Qué diremos, pues, ahora en vista de tales resultados, de las ridículas teorías de esos confeccionadores de almanaques que sin noción alguna de la mecánica de los fluidos, atribuyen á la acción lunar las perturbaciones atmosféricas más violentas y variaciones de temperatura de 12 á 15 grados?

Según la opinión de algunos sabios, la Luna no produce solamente mareas atmosféricas y oceánicas, sino también subterráneas. El núcleo de la Tierra, siendo líquido, según todas las probabilidades, viene á ser, según esos astrónomos, periódicamente alterado por la atracción lunar, y esta masa, de una gran densidad, viniendo á herir en su choque la corteza sólida exterior, es causa de la mayor parte de los temblores de tierra. Se han hecho trabajos estadísticos para examinar la exactitud de esta tesis; y su autor M. Perrey, de la Facultad de Dijon, ha creído hallar, en la frecuencia de los fenómenos sísmicos una periodicidad que estaría en proporción con los períodos del movimiento de la Luna.

Los pareceres se hallan bastante discordes en este punto. Según M. Babinet, «la fuerza emergente de la

Luna no produciria mucho mas efecto, que el que haria »el peso de una capa de un tercio de metro de espesor;» lo cual equivale á decir que es de todo punto insignificante; y tal era tambien la manera de ver de Poisson, que no negaba sin embargo la accion de la Luna, ni la existencia de las mareas subterráneas.

Todo lo que precede solo tiene relacion con la influencia de la Luna, considerada como masa; y ya estudiamos ante la accion que pueden producir sobre la Tierra su calor y su luz. Esa accion no es en manera alguna negativa, aunque se ejerce en tan estrechos límites, que no alcanza á esplicar las preocupaciones populares sobre las fases, con las cuales se encuentra necesariamente en relacion. En la época del novilunio el globo lunar no nos envia rayos de luz ni rayos caloríficos, y por el contrario, al plenilunio corresponde el máximun de esa clase de efectos. Entre esos dos periodos la accion aumenta ó disminuye por gradaciones insensibles, de manera que no es fácil indagar la causa que pueda producir esos supuestos cambios tan bruscos. Por lo demás, antes de investigar la razon de esos mismos cambios, seria necesario que la observacion los hubiese demostrado, cuya circunstancia nadie ha podido probar de una manera concluyente.

Por último, ¿podrá existir entre la Luna y la Tierra algun punto de enlace, alguna ligazon misteriosamente oculta y simpática, como por ejemplo, de índole magnética? Nada prueba ni contradice esta hipótesis; y es posible que investigaciones hechas bajo este punto de vista, produzcan interesantes resultados; por mas que al presente ignoremos si se ha intentado cosa alguna respecto al particular.

Esto es todo cuanto se puede decir de positivo acerca de la influencia de la Luna y de sus relaciones con nuestro planeta: ir todavía mas lejos, fuera caer bajo el dominio de la fantasía, del misticismo ó de la ignorancia. lo cual nos llevaria muy lejos.

XXVI.

Ultima palabra sobre la Luna.

Antigüedad de la Luna.—De las piedras lanzadas por los volcanes lunares.—

¿Por qué la Luna no tiene atmósfera?—La Luna se aproxima á la Tierra: ¿caerá en ella un dia?—¿Qué sucedería si nos abandonase la Luna?

Al releer este estudio sobre el satélite de la Tierra, hemos notado una circunstancia, y es: que el lector no hallará en él la respuesta á muchas de las cuestiones que hemos oido formular, ó que hemos leído en algunas obras antiguas y modernas. No diremos en nuestro descargo que nos ha faltado espacio para tratarlas; lo que nos ha faltado es la ocasion, y en ciertos casos la voluntad.

Sin embargo, respecto de algunos de estos problemas, hemos mudado de parecer, decidiéndonos por fin á decir algo sin orden ni método.

Y en primer lugar, ¿la Luna, es en realidad tan antigua como la Tierra? ¿Reconoce algun fundamento la tradicion de los antiguos Arcadios, que creian á sus abuelos mas antiguos que la Luna? Escritores que no sabian en este punto mas que los otros, no han dudado en afirmarlo, y de ahí ha podido nacer la hipótesis de que la Luna nos vino bajo la forma de un cometa, el cual ha principiado á determinar en nuestro globo los

trastornos y revoluciones geológicas, como por ejemplo, el diluvio, ó por mejor decir, los diluvios, y que ha concluido, en fin, por retirarse modestamente á una órbita regular. Todo esto es puramente imaginario, ideado para explicar una fábula que nunca puede tener mas valór que el de una simple fábula.

Todo cuanto se sabe sobre la constitucion cometaria, sobre la débil masa de esas aglomeraciones gaseosas sobre la inmensa condensacion que habra sido necesaria para trasformar á un cometa en un globo del volúmen y masa de la Luna, sobre la inmensidad mas considerable aun del tiempo que ha debido necesitar una condensacion semejante; todo esto no permite detenerse ni un instante en el pensamiento de que todos esos acontecimientos, por otra parte, hipotéticos, daten de una época tan poco distante de la nuestra, para haber quedado en la memoria de los hombres.

¡Cuánto mas filosófica y mas probable es la idea de Laplace, que asigna á todos los cuerpos del mundo solar á los planetas y á los satélites, á la Tierra y á la Luna, un principio gaseoso! Porque no es entonces por millares, sino por millones de años, como es menester contar para medir los periodos indispensables para tales trasformaciones.

Otra cuestion se presenta, y es la de saber, cómo la Luna, si ha sido gaseosa en su origen, no ha podido conservar su atmósfera. ¿Se la habrá, acaso, arrebatado la Tierra?

Puede contestarse que los gases de que se ha formado la Luna se han fijado químicamente, y han sido absorbidos, para producir su corteza sólida, porque la facultad oxidante de las sustancias presentes se hallaba con-

siderablemente acrecida por la alta temperatura que sufre periódicamente cada uno de los hemisferios lunares. Acaso tambien la intensidad tan débil de la gravitacion ha permitido á esa atmósfera y á los gases permanentes que la constituyeran, dilatarse á una gran distancia, hasta ser en parte disipados en el espacio, ó, en todo caso, á quedar en un estado de enrarecimiento estremo. Tal es la hipótesis que ha emitido Laplace como verosímil.

Esta intensidad tan fragil de la gravitacion nos hace recordar las piedras que nos decian lanzaban los volcanes de la Luna, y que es sabido ahora no son otra cosa que partículas desprendidas de los anillos planetarios que circulan, en conjunto en torno del Sol. La hipótesis formulada, no tenia por otra parte nada de inverosímil. El cálculo prueba que si se toma en la línea que liga los centros de la Luna y de la Tierra un punto alejado de esta última 87.684 leguas, cuya distancia á la superficie lunar no es entonces mas que de unas 8.000 leguas á lo sumo, ese punto marca el límite respectivo de las atracciones de los dos astros. Segun Laplace, bastaria que la celeridad inicial del proyectil lunar fuera de 2.500 metros por segundo, para que pudiese alcanzar ó pasar del punto que vamos indicando. Entonces, ó la direccion de su impulsión primitiva le impeliaria hácia la atmósfera terrestre, ó bien, sin caer sobre nuestro globo, convertiríase en satélite. Tal vez sea ese el mismo origen de algunos meteoros, de los cuales ya hemos hablado antes; origen que se remontaria á la época en que la actividad de los volcanes lunares alcanzaba el máximo de su intensidad. Digamos sin embargo, que la rapidez considerable de los aerolitos, se-

gun se ha observado en un gran número de casos, no parece conciliarse con ese origen, á no ser que la fuerza de proyeccion de los volcanes lunares haya sido mucho mas grande, que la de que acabamos de tratar.

La idea de una comunicacion de esa índole, entre la Tierra y la Luna es bastante antigua, y á ella es, indudablemente, á la que se debe la fábula del leon de Nemea, y de su caída en medio del Peloponeso.

La Luna vá aproximándose á la Tierra: y este es otro de los hechos que han sobreescitado la imaginacion de los aficionados á lo maravilloso. Si esa disminucion de distancia—, suelen decir—, continúa indefinidamente, ved á la Tierra condenada un dia á verse aplastada por la caída de su satélite, partida en fragmentos, dispersados en el espacio. ¿Qué época hemos de asignar á esa terrible catástrofe, que sería, con seguridad, si no el fin del universo ó del mundo solar, el de nuestro pequeño mundo al menos? Desgraciadamente, para aquellos que se complacen en representarse, en medio de la seguridad presente las catástrofes del porvenir, y para los que se proponen esplotar tales profecías en provecho de sus preocupaciones, no es posible contar con un desenlace semejante de los negocios humanos.

El movimiento de la Luna se va, en efecto, acelerando, y lo demuestran cumplidamente las observaciones antiguas, comparadas con las recientes. El satélite se aproxima, por consiguiente, á la Tierra; pero además de que esa aproximacion es insensible, tendrá un límite. Dentro de 25.000 años, esa aceleracion habrá cesado, volviendo á operarse de nuevo un movimiento inverso. La causa de esta oscilacion es conocida, y es por demás sabido que está contenida dentro de breves límites.

Tranquiliémonos, pues, por nosotros y por nuestros tataranietos: la Luna no caerá sobre la Tierra, con gran desengaño de nuestros inventores ó confeccionadores de hipótesis.

Con todo, aun se vuelve á la carga sobre el mismo tema, y aun se pregunta: ¿Qué sucedería á la Tierra, si por una causa ó por otra, de grado ó por fuerza, llegara la Luna á abandonarnos? Hémos aun en la plenitud del dominio de la fantasía; pero poco impórta, probemos de todos modos á contestar; siempre aprenderemos alguna cosa.

Desde luego, es evidente que nuestras noches perderán en variedad, que los eclipses serán para nosotros una cosa desconocida, y que se necesitará inventar cualquier otra causa para explicar los cambios del tiempo; pero todo esto es nada. Los cambios mas sensibles serian al pronto una disminucion considerable en los fenómenos de las mareas, porque la influencia del Sol no entra mas que en un tercio apenas en las oscilaciones periódicas del Océano; y á la larga no podrian menos de resultar inevitables modificaciones en la configuracion de las costas marítimas que el movimiento de las mareas trasforma insensiblemente.

Pero aun hay otra cosa; la gravedad de la Luna se hace sentir de otra manera sobre la Tierra. Nuestro globo está abultado, como es sabido, en su ecuador, y, por decirlo así, recubierto de un rodete que vá adelgazándose hácia los polos. Pues bien, es la accion de la masa lunar, sobre ese rodete, lo que produce el balanceo del eje de la Tierra, conocido con el nombre de *nutacion*. Ese movimiento cesaria si desapareciera la Luna, y las variaciones de los equinoccios y de la obli-

cuidad de la eclíptica se reducirían pronto á lo que ellas son bajo la influencia del Sol.

Por último, el movimiento de la Tierra en torno del Sol se hallaría también ligeramente modificado, por ser el centro comun de gravedad á la Tierra y á la Luna, que se mueve en efecto, siguiendo una elipse, que tiene por foco al Sol. Este centro de gravedad, que en la actualidad existe en el interior de nuestro globo, á 215 leguas próximamente bajo su superficie, encontraríase trasportado al centro mismo del esferoide. Pero la distancia de la Tierra, la forma y las dimensiones de su órbita, no podrían aparecer alteradas, sino despues de largos períodos.

Esto es, ya, no obstante, hablar demasiado de pura hipótesis, y nos despediremos de nuestros lectores; rogándoles que mediten este gran pensamiento que surge con plena evidencia del estudio de las leyes que rigen los fenómenos de la naturaleza: que esta nada hace sino por medida y por gradacion que los siglos no son, como se ha dicho, por sus evoluciones lentas é irresistibles, sino los segundos de la eternidad, y que le repugnan igualmente las violencias y los golpes teatrales.

FIN.

APENDICE.

NOTAS.

A. SOBRE LA ACCION CALORÍFERA DE LOS RAYOS DE LA LUNA EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.

En estos últimos tiempos, la cuestion de la influencia de los rayos lunares sobre los aparatos termométricos, ha sido examinada de nuevo por diversos hombres científicos. El hijo de lord Rosse, operando con un refractor de tres piés de abertura que hacia converger los rayos sobre una pila termométrica, ha observado que la Luna irradia como una superficie cualquiera á 360° F— ó 182° del centígrado. La intensidad de la irradiacion es proporcional, por otra parte, á la superficie iluminada del disco.

M. W. Huggins, con un refractor de ocho pulgadas, ha hecho observaciones cuyos resultados no han concordado unos con otros, y no han permitido, por tanto, hacer deduccion alguna. Pero M. Marié-Davy ha objetado con razon, que los lentes del instrumento detenian casi completamente los rayos de calor oscuro de la Luna, mientras que el refractor de lord Rosse los refleja como rayos luminosos.

M. Marié-Davy comenzó en 1869 una série de observaciones, por medio de las cuales se propone, no solamente averiguar y medir el poder calorífero de las radiaciones lunares, sino tambien resolver las cuestiones siguientes: primera, cuál es la parte de poder difusivo de la Luna en el calor lunar: segunda, cuál es

la parte de su calor absorbente y radiante, y entre qué límites varia su temperatura en el curso de una luna-cion; tercera, hasta qué punto varian los poderes difusivo y radiante de una region á otra de la superficie de la Luna; cuarta, qué inducciones pueden sacarse de aquí sobre el estado de la superficie lunar comparada con la de la Tierra.

La primera série de observaciones ha dado á M. Marié-Davy 12 millonésimas de grado para la accion directa de la Luna. «Es poco mas ó menos, dice, la 60.^a parte del resultado obtenido por M. Piazzi-Smyth en el pico de Tenerife, y operando sobre la totalidad de los rayos lunares.» M. Marié-Davy no recibia en la pila sino unos 3,4 de estos rayos.

M. Baille ha obtenido tambien últimamente (verano de 1869), un resultado positivo, del cual deduce que «la Luna llena en París, durante los meses de verano, envia tanto calor como produciria una superficie negra igual, mantenida á 100° y situada á 35 metros de distancia.»

B. SOBRE LA LUZ CENICIENTA.

Schrøeter ha observado la luz cenicienta tres días despues del primer cuarto; es verdad que empleó un telescopio que aumentaba 160 veces los objetos.

C. SOBRE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN LA SUPERFICIE DE LA LUNA.

A la lista de las montañas lunares, en las cuales se han creido observar signos de actividad volcánica contemporánea, hay que añadir un pequeño cráter situado en medio del *mar de la Serenidad*. Este cráter, que se halla marcado en las antiguas cartas de la Luna, del

cual la carta de Beer y Mædler dá una figura muy clara, y que se conoció bajo el nombre de Linneo, se veia distintamente durante la Luna llena. M. J. Schmidt, director del observatorio de Atenas, que le habia estudiado desde 1841, se quedó muy admirado cuando en octubre de 1866 notó su desaparicion. Diversos astrónomos, á quienes M. Schmidt participó aquella singular circunstancia, dirigieron su atencion hácia la region del disco en que habia estado el cráter de Linneo. Con el auxilio de poderosos instrumentos, los señores Secchi, Wolf y Huggins, observaron que en lugar de una montaña circular de límites bien definidos, como la que representaban los mapas de Beer y Mædler, no habia ya mas que una especie de mancha ó aureola blancuzca alrededor de un agujero negro, de una cavidad que indicaba la presencia de un cráter, pero de un cráter mucho mas pequeño que el conocido con el nombre de Linneo. Los bordes de este cráter, en vez de levantarse sobre la llanura circunvecina, no parecian presentar mas que un ligero declive. Comparando estos resultados con las observaciones y los trabajos anteriores, pareció probable que el estado reciente del cráter de Linneo se hubiese ya presentado en los últimos siglos; de suerte que todo hace creer en la realidad de erupciones sucesivas que en diversas épocas habrán venido á colmar en parte la cavidad interior del cráter, y desbordándose tambien al exterior, habrán nivelado la pendiente de sus muros.

Parece resultar, pues, de estas observaciones interesantes que, segun la espresion de M. Elie de Beaumont, «la vida geológica existe todavia en el interior de la Luna, lo mismo que en el interior de la Tierra.»

D. DURACION DE LA CAIDA HIPOTÉTICA DE LA LUNA SOBRE LA TIERRA.

Al calcular la duracion del tiempo que nuestro satélite tardaria en caer sobre la Tierra, duracion que hemos fijado en unos seis dias y cuarto, hemos supuesto para abreviar el cálculo, que la fuerza aceleradora seria siempre la misma durante el descenso. Pero en realidad va creciendo á medida que la distancia disminuye, segun la ley de la gravitacion newtoniana. Resulta de aquí, que la caida de la Luna seria mucho mas rápida. M. Flammarion, á quien debemos esta observacion, la calcula solamente en diez y ocho horas, empleando en su cálculo la fórmula completa dada por Poisson.

E. INFLUENCIA DE LA LUNA SOBRE LA DURACION DEL MOVIMIENTO DE ROTACION DE LA TIERRA.

La fuerza atractiva de la masa de la Luna obrando sobre las aguas del Occéano, las levanta, como hemos dicho, de tal modo, que hace tomar á su masa total la forma de un elipsoide, cuyo eje mayor se dirigiria constantemente siguiendo el radio vector que une los centros de la Luna y de la Tierra, si el movimiento de las aguas no encontrase alguna resistencia. Pero como á medida que la Luna cambia de lugar por el hecho de la rotacion diurna, el elipsoide líquido la sigue en sus movimientos, este cambio continuo de las aguas no puede efectuarse sin que resulten rozamientos y resistencias, que provienen, ya de las moléculas mismas, ya de las desigualdades de toda especie que presenta la superficie sobre la cual reposan los mares. De aquí un retraso que las observaciones de las mareas prueban todos los días y en virtud del cual la pleamar no llega

jamás sino cierto tiempo despues del momento del paso de la Luna por el meridiano.

Prescindiendo de las irregularidades locales, las cosas pasan como si la Luna estuviese situada en el cielo detrás de la posicion que realmente ocupa respecto de su movimiento diurno. Este es un hecho de fácil explicacion, pero que no tiene nada de hipotético: las dos protuberancias líquidas cuyo movimiento sucesivo produce las mareas, no se dirigen segun el radio vector de la Luna, sino que siguen una línea constantemente situada al Oriente de este astro.

Pues bien, la accion de la Luna, no ya sobre el conjunto de nuestro globo supuesta su esfericidad, sino sobre las dos protuberancias desigualmente distantes del astro, es lo que, segun M. Delaunay, produce la aminoracion del movimiento de rotacion terrestre. «Si se observa, dice, la manera con que se obtiene la parte de accion lunar que ocasiona el fenómeno de las mareas, se verá que la primera de estas protuberancias (la mas inmediata á la Luna), está como atraída por la Luna, y la segunda, por el contrario, como rechazada por ella: de aquí resulta, pues, un *par de fuerzas* (1) aplicado á la masa del globo terrestre y que tiende á hacerle girar en sentido contrario de aquel en que realmente gira; *par de fuerzas* que debe producir, por consiguiente, una aminoracion en su movimiento de rotacion.»

Tal es, en sustancia, la nueva teoría. No seguiremos á M. Delaunay en los cálculos provisionales con que

(1) Sabido es que se dá en mecánica el nombre de *par de fuerzas* á todo sistema de dos fuerzas iguales, paralelas y contrarias, que operan en las estremidades de una misma línea recta.

prueba que esta accion de la Luna sobre las protuberancias de las mareas no es insensible, y que puede esplicar el excedente de aceleracion secular dado por las observaciones antiguas.

Basta admitir que la masa de agua formada por cada protuberancia, equivale á una capa de un metro de espesor, reposando sobre una base circular de 675 kilómetros de radio: semejante capa aplicada á la superficie del globo ocuparia en él, una estension de cerca de doce grados del ecuador.

A la verdad, el sabio astrónomo se ha colocado para efectuar este cálculo una hipótesis mucho mas sencilla que la de la realidad; pero no se puede dudar que el efecto verdadero producido por la accion de la Luna sobre las aguas del Occéano, basta para efectuar la aminoracion necesaria del movimiento.

Las ideas de M. Delaunay han sido, como era de suponer, objeto de diversas críticas mas ó menos fundadas; pero ninguna ha logrado destruir el principio que les sirve de base. El pensamiento de que el movimiento de las mareas es capaz de retardar el de rotacion terrestre, no es nuevo; el inventor de la teoría dinámica del calor, el doctor Mayer, lo emitió en una de sus obras y despues lo ha reproducido Tyndall; pero lo que forma el mérito y la originalidad de la obra de M. Delaunay consiste, segun sus propias espresiones, en haber demostrado: primero, que el retardo producido por esta causa está lejos de ser insensible; segundo, que en él consiste la esplicacion del desacuerdo que hay entre las observaciones de los antiguos eclipses y la teoría de la gravitacion respecto de la aceleracion secular del movimiento medio de la Luna.

En resúmen, la duracion del dia sideral no es invariable si se adopta la teoria de M. Delaunay, tan completamente apoyada por la adhesion del ilustre director del observatorio de Greenwich, M. Airy. Esta duracion disminuye en la série de los siglos cerca de un segundo en cien mil años.

Si este retardo conservase indefinidamente el mismo valor, es fácil calcular la época en que la rapidez de rotacion quedaria totalmente aniquilada, y en que la duracion del dia se confundiria con la del año.

Componiéndose el dia sideral de 86,400 segundos, se necesitarian 8,640 millones de años para producir la paralizacion completa de la Tierra. ¡ Ochenta y seis millones, cuatrocientos mil siglos! Verdaderamente, desde ahora para entonces, nosotros y nuestros tataranietos podemos dormir tranquilos.

Pero, á la verdad, las cosas no llegarán hasta ese extremo, y vamos á decir por qué. La rapidez de rotacion de la Tierra, disminuyendo cada vez más, llegaria á ser igual á la de la Luna en su órbita, de suerte que la Tierra presentaria siempre el mismo hemisferio á nuestro satélite, exactamente como sucede hoy respecto de este último con nosotros. Pero entonces las protuberancias de las mareas no tendrian ya movimiento progresivo, y acabarian por dirigirse siempre hácia la Luna y la accion de esta última cesaria de manifestarse por medio de un *par de fuerzas* que ocasionase la minora-cion de movimiento. M. Delaunay nos tranquiliza tambien de otra manera.

Bajando sin cesar la temperatura de la Tierra á causa de la debilitacion constante del calor solar y del exceso de irradiacion calorifera de la Tierra sobre el calor que

recibe, llegará un momento en que esta temperatura será lo suficientemente baja para producir una congelación de todos los mares. «Entonces el fenómeno de las mareas no podrá existir; la causa del retardo en el movimiento de rotación desaparecerá, y la Tierra continuará girando con una celeridad constante.»

M. Delaunay no olvida mas que un detalle, y nosotros, para terminar estas líneas, debemos suplir el olvido: y es que entonces nuestros descendientes, estando todos helados, no tendrán el placer, ó si se quiere el disgusto, de comprobar la exactitud de esta predicción á largo plazo.

INDICE

DE LO CONTENIDO EN ESTE TOMO.

	PÁGS.
INTRODUCCION.	5
CAPITULO PRIMERO.	
LA LUNA A LA SIMPLE VISTA.	
I. Las fases de la Luna.	15
II. Forma del disco lunar.	26
III. La luz de la Luna.	36
IV. Luz cenicienta.	45
V. La Luna considerada como lumbreira nocturna.	52
VI. Las grandes manchas de la Luna.	55
CAPITULO II.	
LA LUNA OBSERVADA CON EL TELESCOPIO.	
VII. Las montañas de la Luna.	61
VIII. Las montañas de la Luna.	71
IX. Topografía de la Luna.	78
X. Topografía de la Luna.	82
XI. Topografía de la Luna.	89
XII. Hemisferio invisible de la Luna.	99
CAPITULO III.	
GEOLOGÍA DE LA LUNA.	
XIII. Constitucion volcánica del suelo lunar.	105
XIV. Constitucion volcánica del suelo lunar.	116
XV. Constitucion volcánica de la Luna.	122
XVI. ¿Hay aun en la Luna volcanes en actividad?.	127

CAPITULO IV.

METEOROLOGÍA DE LA LUNA.

XVII.	¿La Luna tiene atmósfera?	135
XVIII.	Los días y las noches lunares.	147
XIX.	El clima de la Luna.	158
XX.	¿La Luna está habitada?	164

CAPITULO V.

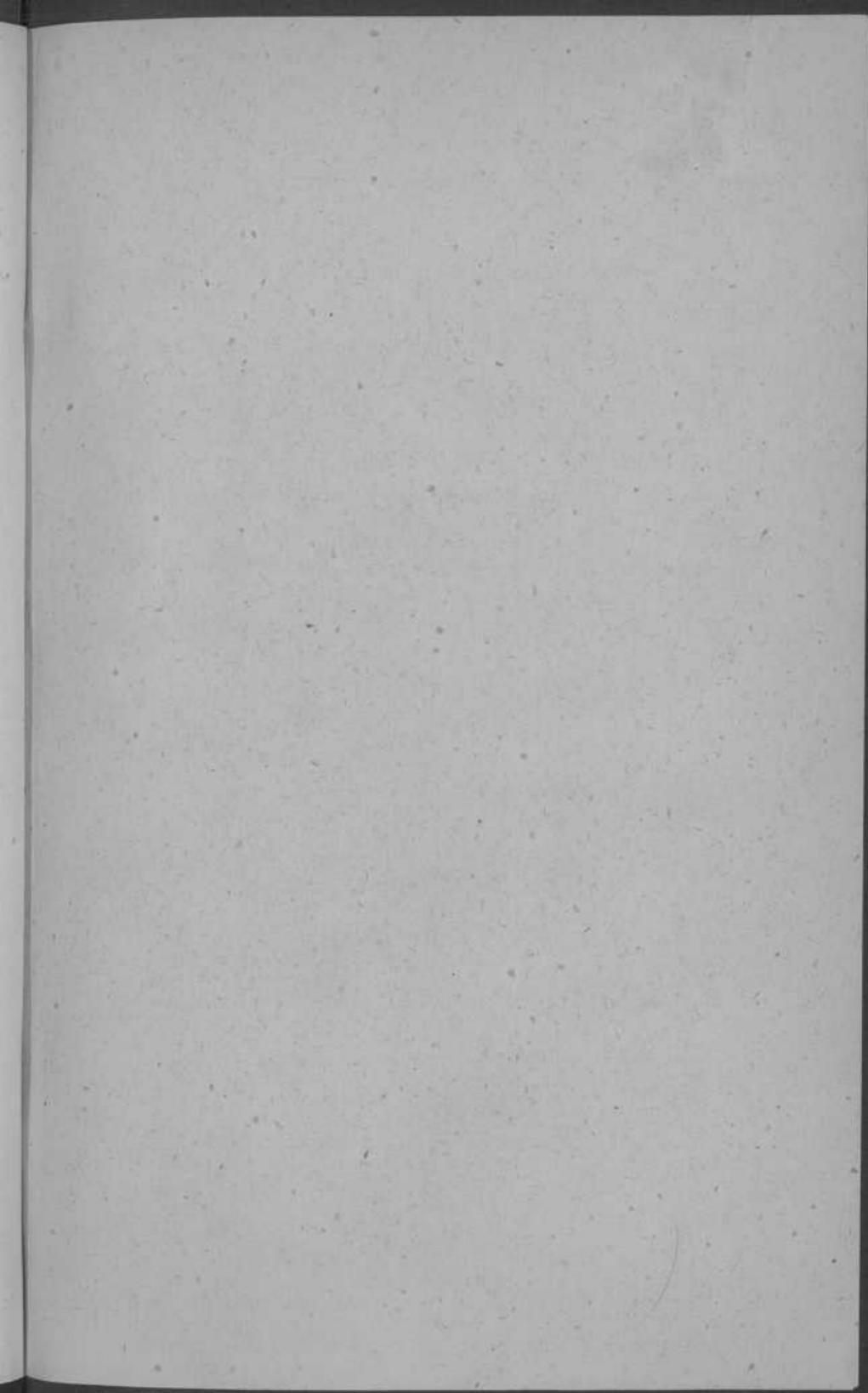
LOS MOVIMIENTOS DE LA LUNA.

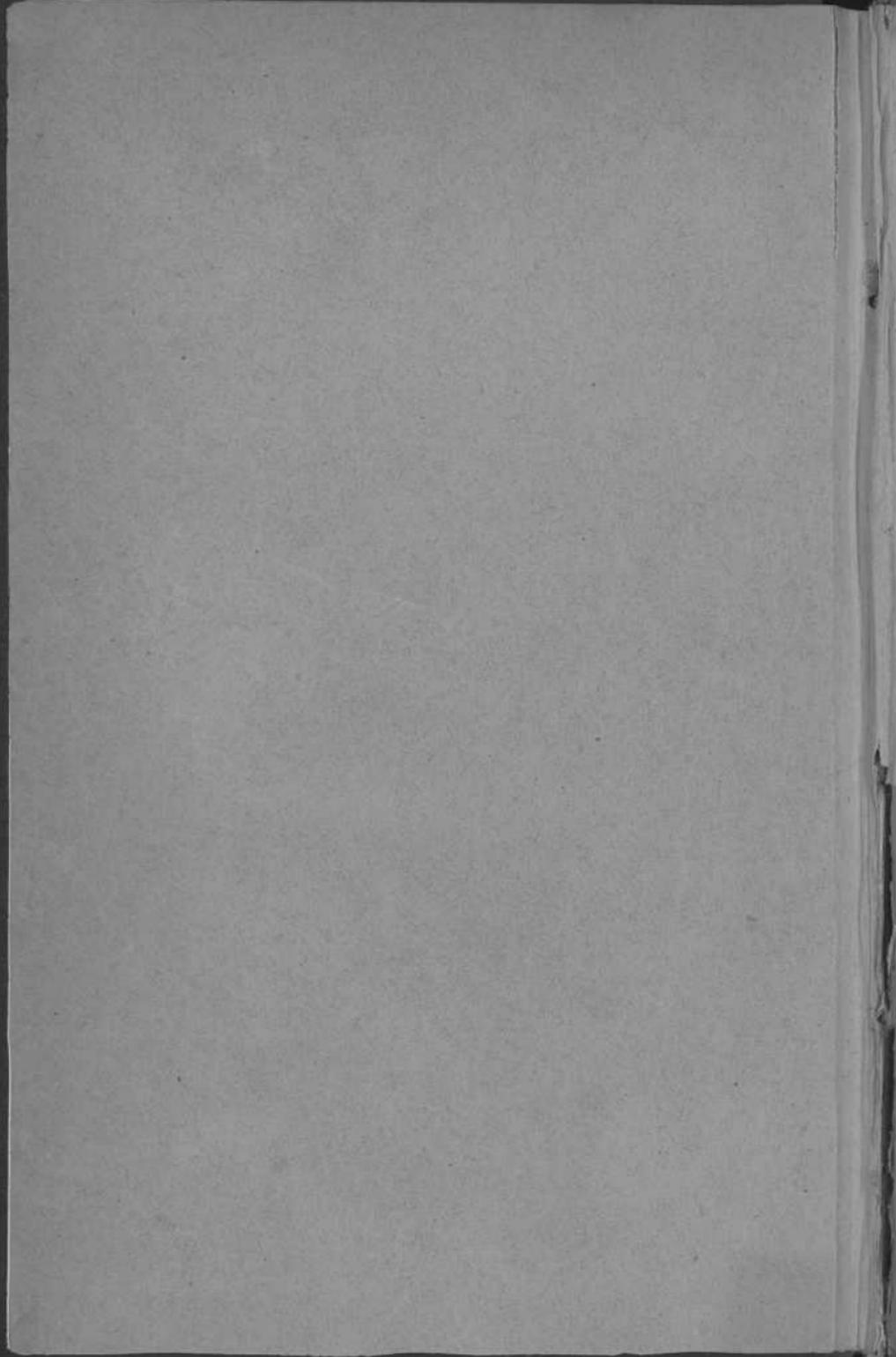
XXI.	Revolucion de la Luna alrededor de la Tierra. .	173
XXII.	Los movimientos de la Luna: rotacion.	182
XXIII.	Forma y dimensiones del globo lunar	189
XXIV.	¿Es la Luna el único satélite de la Tierra?	196

CAPITULO VI.

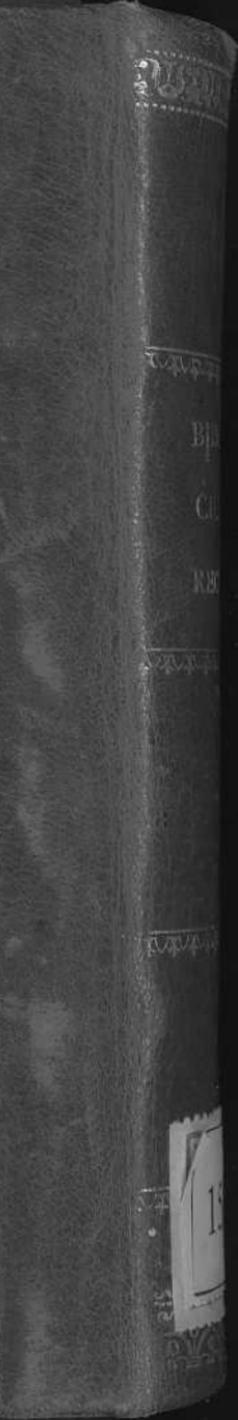
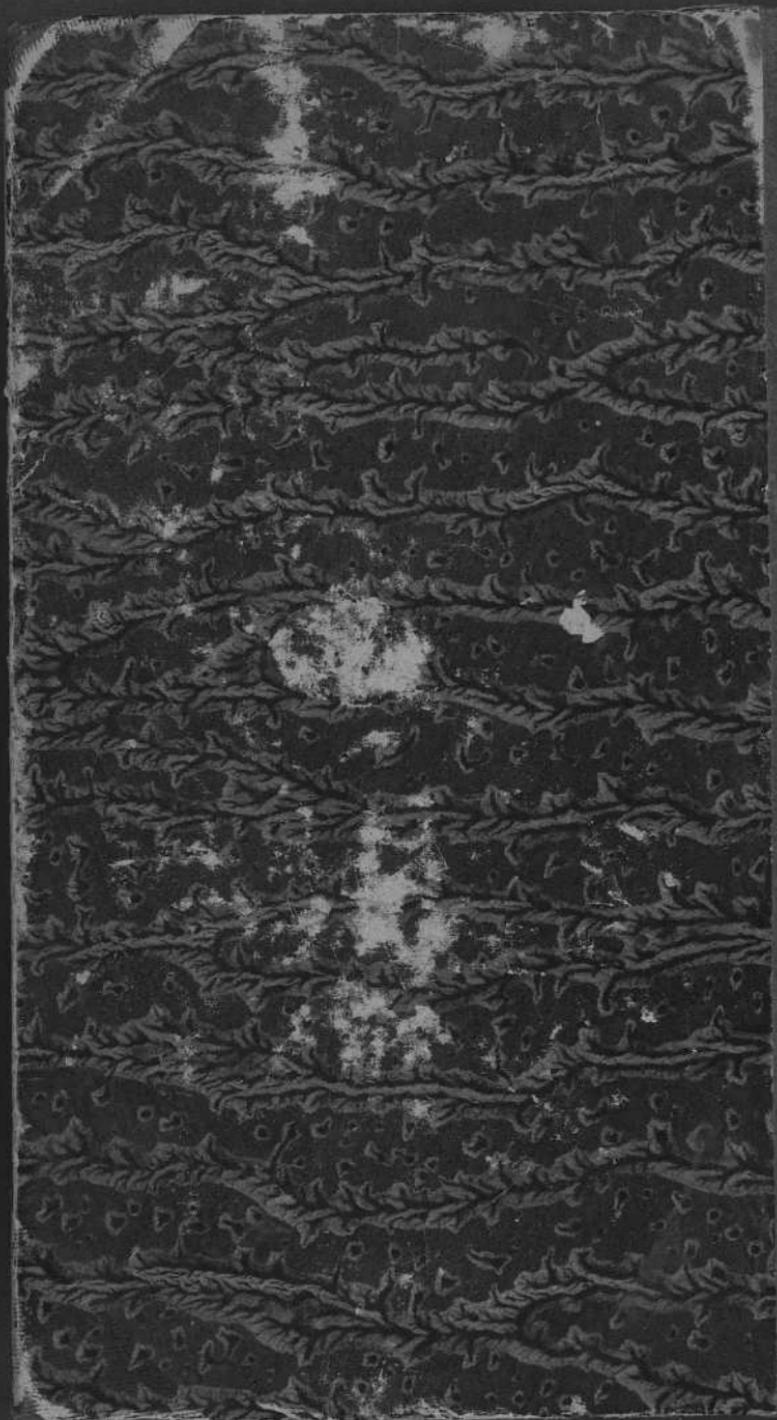
INFLUENCIAS DE LA LUNA.

XXV.	Mareas oceánicas, atmosféricas y subterráneas. .	199
XXVI.	Ultima palabra sobre la Luna.	207
APÉNDICE: notas.		213









15



BIBLIOTECA
CIÉNTIFICA
RECREATIVA



2



15.107

