

y reaparece por el borde opuesto, lo que virtualmente observamos es el ocaso y el orto del astro en la Luna; si nuestro satélite estuviera dotado de atmósfera, es evidente que la estrella desaparecería más tarde y reaparecería más pronto que si no existiese semejante envoltura gaseosa. El diámetro aparente de la Luna se ha medido en muchas ocasiones, y se conoce su valor angular con gran exactitud; su movimiento á través de las constelaciones se conoce también de un modo muy aproximado á la verdad; luego es fácil calcular cuánto tiempo debe emplear la Luna en recorrer un espacio del cielo de igual longitud que su propio diámetro. Supongamos, para fijar las ideas, que una estrella se oculte por un punto del contorno de la Luna, situado precisamente en la extremidad de un diámetro que pase por el punto de inmersión; si los rayos luminosos se propagan en línea recta rasando el borde de la Luna, la duración de la desaparición de la estrella deberá ser igual al tiempo que emplee la Luna en recorrer en el cielo un espacio igual á su diámetro, tiempo que es fácil de determinar con gran exactitud, sin hacer suposición alguna relativamente á la cuestión que se trata de resolver; por manera que no se puede decir que giremos en un círculo vicioso. Supongamos ahora que los rayos que parten de la estrella hacia la Tierra hayan pasado, atravesándola, por la atmósfera de la Luna, la cual estaría dotada de una densidad que disminuiría gradualmente con la altura, del mismo modo que se observa en la atmósfera terrestre; al atravesar la envoltura gaseosa de la Luna, describen los rayos estelares una curva, cuya concavidad se dirige hacia la superficie del astro. La inflexión hará, pues, que la estrella aparezca, después de su ocultación, es decir, cuando está ya detrás del cuerpo obscuro de la Luna, tangente al limbo, del mismo modo que vemos el Sol, en virtud del propio fenómeno, cuando en realidad ha desaparecido bajo el horizonte. En el momento de la emersión ó reaparición se distinguiría la estrella, y por la misma causa, antes de que hubiese llegado al plano tangente al borde de la Luna, en el punto de su aparición.

Las refracciones que sufre la estrella, así á su inmersión como á su emersión, deberían acortar el período de tiempo que permaneciese eclipsada; y sin embargo, se ha comparado muchas veces ese período al de la desaparición calculada, en el supuesto de que la luz no haya experimentado refracción de ninguna especie y los dos resultados, el del cálculo y el de la observación, se ha visto siempre que se hallaban en perfectísimo acuerdo.

Este método no tiene más que un inconveniente: el de suponer que conocemos con gran exactitud el diámetro angular de la Luna, lo cual no es verdad.

No debemos olvidar que los partidarios de la existencia de la atmósfera de la Luna sostienen que aquélla se hallaba confinada en las cavidades; en esta hipótesis, la igualdad de las duraciones calculadas y observadas de las ocultaciones de estrellas no probaría nada absolutamente en contra de la existencia de una atmósfera que pudiéramos llamar subterránea. Se dice también que la atmósfera lunar, que antes tenía límites muy extensos y apreciables, se ha precipitado por completo en las innumerables simas que cubren la superficie de nuestro satélite, producidas por la acción enérgica de las fuerzas volcánicas.

Si la Luna carece de aire, hemos de admitir forzosamente que tampoco tiene agua, pues la menor cantidad de este líquido que rellenase algunas de las

innumerables cavernas lunares, se evaporaría por la acción continua y constante de los rayos solares, en un período de 300 y tantas horas seguidas, que es la duración del día de la Luna, produciendo nubes ó neblinas que obscureciesen una parte de la superficie. Pero, como ya hemos dicho, en nada se turba la transparencia y pureza de los paisajes lunares, según resulta de un número considerable de observaciones, y podemos colegir, por lo tanto, que donde no hay manifestaciones del vapor de agua, no puede existir tampoco la causa que debiera producirlo.

Las regiones de la Luna que los antiguos consideraron mares, por su aparente tersura y obscuridad, hemos visto que, gracias á las observaciones modernas, mucho más perfectas, han resultado ser llanuras extensas, dotadas únicamente de menor poder reflector, pues el telescopio nos revela las asperezas que á veces las cubren casi en totalidad, asperezas que no podrían verse si se hallaran cubiertas de agua, á menos que admitiéramos la posibilidad de ver, como se

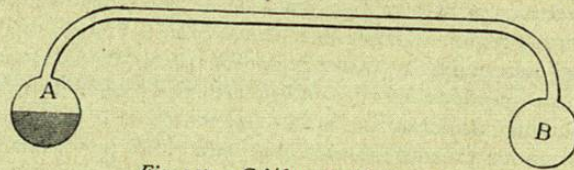


Fig. 137. - Crióforo de Wollaston

dijo antes, el fondo de estos mares, no sólo perpendicular, sino también oblicuamente. Algunos observadores han percibido ciertas apariencias en la configuración topográfica de la Luna, bastante características para hacerles sospechar que, en alguna época remotísima de nuestro satélite, pudo haber agua en su superficie, apoyando su juicio en el efecto de denudación que se advierte en las orillas de algunos mares, ó manchas opacas, y en la estructura de determinados cráteres. Pero á esta afirmación puede objetarse: ¿y dónde se encuentra esa agua ahora? ¿En qué se ha transformado? ¿Adónde ha ido á parar?

El famoso Herschel indicó que si en la Luna existía alguna humedad, aunque pequeña, debería encontrarse en constante emigración del lado cálido ó iluminado del globo lunar al frío ú obscuro; las alternativas de la temperatura producidas por el calor desarrollado en 14 días de insolación constante de una parte, y de otra la intensidad del frío que resulta de la ausencia total de rayos solares en un período idéntico, deben desarrollar una acción semejante á la del crióforo, transportando la humedad lunar del uno al otro hemisferio. El crióforo es un pequeño instrumento inventado por Wollaston, que consiste en dos esferitas de cristal unidas por un tubo encorvado, de cristal también, del modo que indica la figura 137. Una de las esferas ó depósitos, A, se llena hasta la mitad de agua, la cual se hace hervir colocando el aparato al fuego, y sus vapores arrastran el aire, en cuyo estado se cierra la otra bola herméticamente en la lámpara de esaltar, quedando dentro del instrumento tan sólo agua y vapor de este mismo fluido, que se desprende con gran libertad por la falta de la presión atmosférica.

Cuando la bola vacía, B, se coloca dentro de una mezcla frigorífica, se veri-



fica una condensación rapidísima del vapor de agua existente, y como consecuencia, hay un desprendimiento considerable, de vapor también, en la bola A. La substracción de calor del fluido, consecuencia natural de la evaporación, produce un descenso tan grande en la temperatura del agua, que llega ésta á congelarse, formándose una masa compacta de hielo; ahora bien, el mismo fenómeno ocurriría en la Luna, dado caso de que en su superficie hubiera los elementos necesarios para su producción. Supongamos que en la figura 138, A represente el hemisferio de la Luna iluminado ó que recibe todo el calor del Sol, y B el hemisferio opuesto ó sea el frío y obscuro; la temperatura del primero ha de ser probablemente de unos 150 grados sobre cero, y la del segundo de 90 grados bajo cero de la escala centígrada. Según el principio anterior, si existe alguna humedad en el hemisferio A, debe evaporarse, transfiriéndose el vapor al hemisferio B, depositándose en éste como escarcha; lo cual se manifestaría á nuestra vista por la obscuridad que las masas de nubes debieran producir en su viaje circulatorio al pasar por la línea divisoria ó límite de ambos hemisferios; al asomar el Sol sobre la región obscura, han de atravesar sus rayos una capa de humedad, en cual caso podemos suponer que las crestas de los montes que recibirían la primera impresión de la luz solar, deberían teñirse de rojo ó aparecer ligeramente iluminadas, del mismo modo que vemos en la Tierra que la cúspide de los montes son los primeros puntos que hiera el Sol por la mañana y los últimos que abandona por la tarde; nada de esto, sin embargo, se percibe en la Luna; cuando los rayos solares alcanzan los enhiestos y descarnados picos de las sierras de nuestro satélite, brillan con luz resplandeciente, de una vez y con tanta intensidad como las regiones iluminadas horizontalmente ó aquellas otras sobre las cuales cae el Sol á plomo.

Todos los medios de investigación de que podemos valernos parecen demostrar que en la superficie de la Luna no hay ni aire ni agua: al discutir y elaborar nuestras hipótesis sobre el aspecto físico de la superficie de nuestro satélite, debemos contar siempre con la falta de estos dos elementos tan importantes, en todos los asuntos referentes á la geología del globo que habitamos. A la acción del fuego de una parte, y de otra á la del agua, se debe la configuración de la superficie terrestre; el primero de estos agentes produjo las rocas ígneas que forman, por decirlo así, los verdaderos cimientos de la Tierra; el segundo ha dado origen á la estructura superior de los depósitos que constituyen las formaciones secundaria y terciaria; si fuese posible separar de la Tierra estas dos últimas formaciones, de modo que apareciesen en toda su superficie tan sólo las rocas ígneas ó primitivas de la costra original, el aspecto de nuestro globo sería muy parecido al que nos ofrece la Luna, esto es, al aspecto del hemisferio visible, que es el único de que podemos hablar. Al estudiar las causas que pueden haber dado origen al accidentado aspecto del suelo lunar, podemos, por lo tanto, apartar el influjo del aire y el del agua, y concretarnos únicamente á los fenómenos ígneos, lo cual simplifica extraordinariamente nuestra tarea.

No hay que profundizar mucho para comprender las razones que tuvieron los astrónomos, poco después del invento del antejo, para pretender representar de un modo permanente las manchas y montes de la Luna, ó lo que pudiéramos decir sus *facciones*; hubo de parecer en extremo necesario marcar las po-

siciones de las manchas en el disco, con el objeto de facilitar las observaciones de los pasos de la sombra terrestre durante los eclipses de Luna; y más importante todavía se debió considerar la representación de las manchas claras y oscuras, con idea de averiguar si con el tiempo se verificaban algunos cambios y modificaciones en la apariencia de nuestro satélite.

Galileo y Scheiner, estos dos rivales, fueron los primeros astrónomos que levantaron independientemente cartas ó planos de la Luna; pero de tal imperfección, que para nosotros sólo son objetos de curiosidad; verdad es que debemos tener en cuenta lo limitado de los medios ópticos de que podían disponer ambos astrónomos, quienes verificaron su trabajo á mediados del siglo XVII. Los mejores mapas antiguos se deben á Mellán, que los grabó en 1634 ó 1635, sin que por esto pretendamos decir que fuesen buenos, pero presentan muchas menos incorrecciones que los del jesuita de Ingolstadt; sus cartas se encuentran en algunas bibliotecas del Sur de Francia. Hacia la misma época, Langreno, de Amberes, y Hevelio, de Dantzig, principiaron á ocuparse de este trabajo, y al astrónomo flamenco se deben unas treinta cartas de varias regiones de la Luna, en las que se designan las manchas y cráteres con los nombres de filósofos y astrónomos eminentes, práctica seguida hasta nuestros días. A Hevelio se debe, sin embargo, la primera carta completa de la Luna, en cual trabajo invirtió muchos años, publicando el resultado en un grueso volumen que contenía cincuenta mapas de diversas fases de la Luna, acompañados por 500 páginas de texto; tanto celo puso Hevelio en su *Selenografía* (del nombre griego *Selena*, Luna), que él mismo grabó la plancha de cobre destinada á reproducir sus dibujos.

Hevelio siguió el método de Galileo para determinar la altura de las montañas lunares, y dedujo como máximo de altura tan sólo una legua. Al astrónomo de Dantzig debemos también el descubrimiento de la más importante de las libraciones lunares; Galileo descubrió la libración en latitud, é indicó algo acerca de la libración diurna; Hevelio observó que las manchas próximas, tanto al borde oriental cuanto al occidental del disco de la Luna, no se hallaban siempre á igual distancia del limbo inmediato, de cuyo hecho dedujo la libración en longitud, demostrando asimismo que depende de la variabilidad del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y de la uniformidad y constancia de su movimiento de rotación.

Domingo Cassini construyó una carta de la Luna, fundada en sus propias observaciones, de 12 pies de diámetro, en la que faltan, sin embargo, muchísimos detalles; á pesar de esta omisión, puede decirse que el método que empleó para ejecutarla fué mucho más exacto que el de sus predecesores; determinó la situación de las principales manchas lunares por mediciones delicadas y bastante aproximadas á la verdad, y la de los puntos de menos importancia tan sólo á ojo y por tanteo, pero aplicando las correcciones necesarias para eliminar los errores de libración. Esta carta se publicó en 1692, y tan grande era la confianza

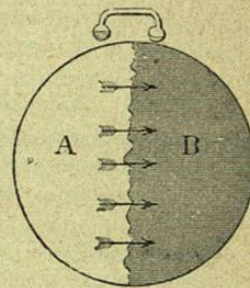


Fig. 138. — Transporte de los vapores acuosos de la Luna del hemisferio cálido al frío.



que inspiraba, que se hicieron reducciones de ella para insertarlas en el *Almanaque náutico francés* y en el *Tratado de Astronomía* de Lalande. Dice Arago que la plancha de cobre de la gran carta de Cassini se conservaba en las oficinas de la Imprenta real, pero que se vendió á un calderero por el director del establecimiento, so pretexto de que estorbaba en los almacenes, que debían dedicarse á guardar otras cosas.

El primer mapa selenográfico digno en verdad de este nombre, fué construído por Tobías Mayer; en 1748, durante un eclipse de Luna, observó Mayer el paso de la sombra terrestre sobre los principales puntos de la superficie de nuestro satélite, y notó cuán importante sería tener una carta exacta de la Luna; según refiere Lichtenberg, se propuso Mayer levantar una gran carta de la Luna, en la que se determinase la situación de los principales cráteres y accidentes por mediciones micrométricas: la muerte lo sorprendió en 1762, quedando por esta causa interrumpido un trabajo que superaba en exactitud y delicadeza á cuanto se había hecho anteriormente en este asunto.

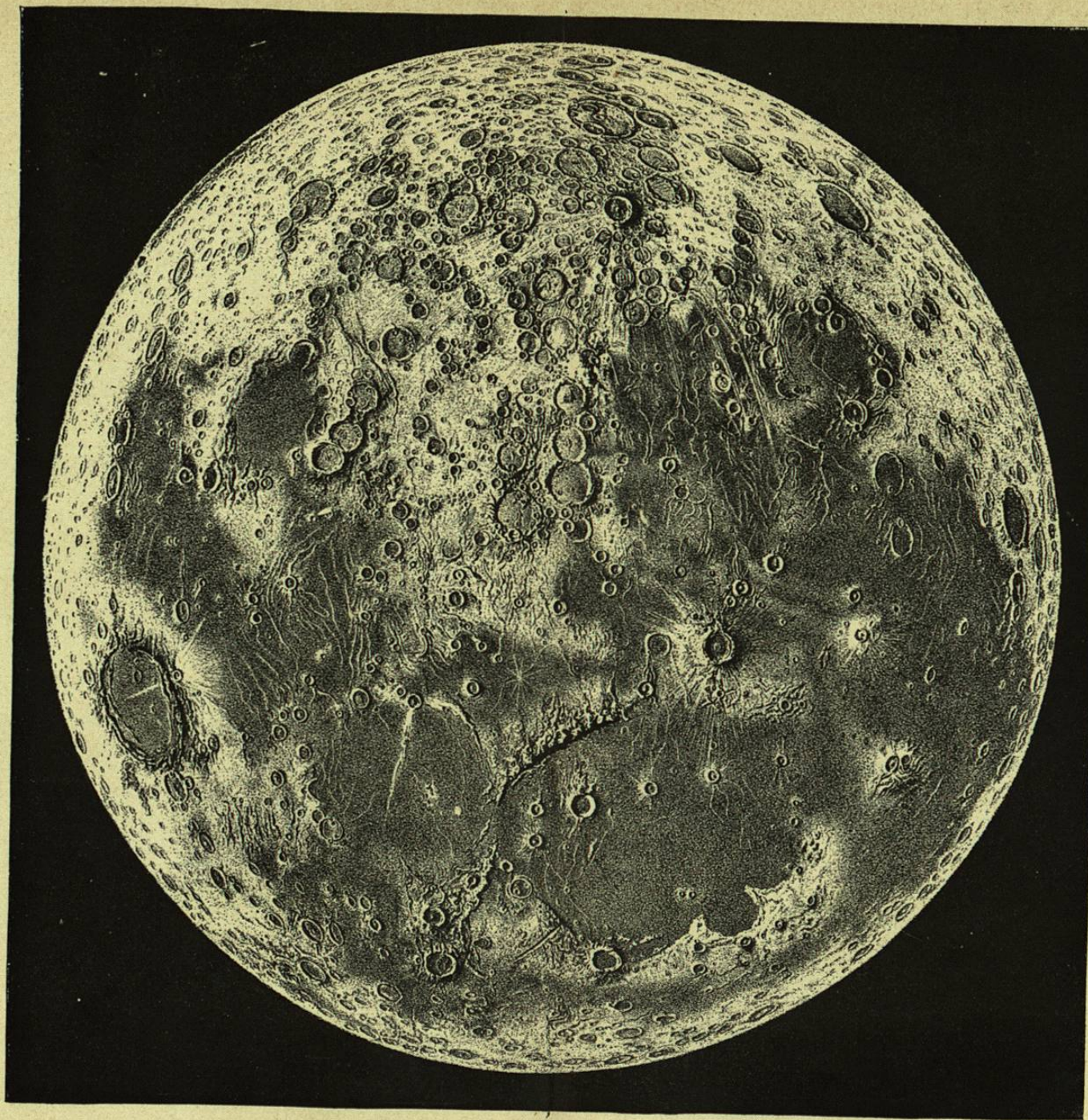
Schroeter estudió la Luna con mucha escrupulosidad y paciencia; era un observador perspicaz, pero sus dibujos demuestran que no se le puede llamar un buen dibujante; así que los trabajos del astrónomo de Lilienthal, como selenografista, son muy medianos.

El cartógrafo que hallamos después de Schroeter es Lohrman, agrimensor en Dresde, que fué el primero que trató de levantar un plano de la Luna con arreglo á principios verdaderamente científicos, y durante largo tiempo será su carta de la Luna una de las más exactas y concienzudas de que puedan servirse los astrónomos.

Tenemos que hablar ahora de la gran carta clásica, por decirlo así, de Beer y Maedler; estos astrónomos dieron principio á su trabajo selenográfico en 1830, valiéndose para sus observaciones de un anteojo acromático de 10 centímetros de abertura. Por más que en su carta, que mide casi un metro de diámetro, no aparecen todos los accidentes que es posible distinguir con un telescopio de estas dimensiones; sin embargo, el número de detalles representados es muy considerable, y el inmenso trabajo que supone es difícil que pueda apreciarse por las personas ajenas á esta clase de catastro.

Beer y Maedler, en la obra que acompaña al mapa, dan también la situación de 919 manchas lunares y la altura de 1.095 montes y cúspides de cráteres: la elevación de estas montañas se determinó por uno de los dos métodos siguientes, ó bien midiendo la longitud de la sombra arrojada por el objeto, bajo una altura conocida del Sol sobre el horizonte, ó en otro caso, averiguando la distancia angular entre la cúspide iluminada de la montaña y el círculo terminador de la luz y la sombra; en la figura 139 representa el círculo el disco de la Luna y M una montaña; sea S A la dirección lineal de los rayos solares que pasan tangentes á la superficie de la Luna en A y tocan precisamente en el vértice del monte; A es el límite ó círculo terminador de la parte iluminada, y la obscuridad más profunda debe reinar en el espacio comprendido entre este punto y la parte brillante M. La distancia que media entre estos dos puntos se averigua sencillísimamente con el micrómetro, tan sólo con aguardar que se presenten ambos puntos iluminados en el plenilunio. La distancia A B se conoce también,





CARTA TOPOGRÁFICA DE LA LUNA

Copia sacada de las fotografías de W. de la Rue y de J. Nasmyth



pues es el radio de la Luna, y puesto que la línea S M es tangente al círculo, el ángulo B A M es un ángulo recto; conocemos la longitud de sus dos lados A B y A M y podemos, por lo tanto, valiéndonos de una construcción gráfica, como queda explicado en las páginas anteriores, hallar la longitud de la hipotenusa B M; y como B M comprende el radio lunar, más la altura de la montaña, sólo tendremos, para averiguar este valor, que restarle el radio de la Luna.

Las mediciones de Beer y Maedler están expresadas en toesas francesas, pero nosotros las hemos reducido al sistema métrico decimal, único empleado en el curso de esta obra, suponiendo que una toesa es igual á 1<sup>m</sup>,949. La nomenclatura seguida por estos astrónomos es la iniciada por Riccioli; de modo que á los cráteres y accidentes descubiertos con posterioridad, les han dado

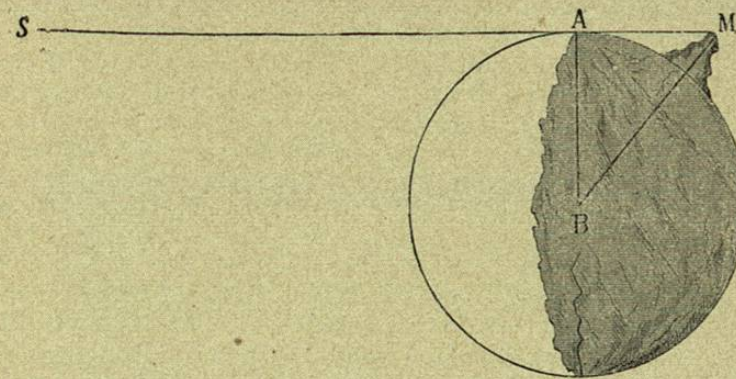


Fig. 139. - Método para medir la altura de los montes lunares

nombres de filósofos antiguos y modernos, y en ocasiones también han hecho uso de algunos nombres geográficos.

La excelente carta con que han dotado á la astronomía estos laboriosos observadores, es sencillamente un mapa, y de ningún modo un cuadro ó pintura; así que las asperezas y depresiones del suelo lunar se representan por medio de símbolos convencionales y no como aparecen á través de un telescopio, por manera que no es fácil reconocer los caracteres y detalles de la Luna con el auxilio de la carta, á menos de estar familiarizado con ella, ó de que el aspecto del objeto que se examine sea muy notable y peculiar. Este inconveniente se ha evitado, en lo posible, en la carta general de la Luna que acompañamos, dibujada por E. Guillemin, que la redujo en la proporción debida, conservando toda la fidelidad del original, pero acentuando los contornos y sombras de los accidentes con cierta exageración y tal como aparecen en distintas fases de la Luna.

No obstante las alturas considerables que alcanzan gran número de montes lunares, son inferiores siempre á las de determinados montes terrestres. La cima más elevada de la Tierra, la del monte Everest, en el Himalaya, mide 8.840 metros, al paso que las cimas más considerables de la Luna, como los montes Doerfel y Leibnitz, no pasan de 7.603 metros. Estos números, sin embargo, no son comparables entre sí, puesto que en la Tierra representan eleva-



ciones sobre el nivel medio de las aguas del Océano, mientras que en la Luna indican tan sólo las diferencias de altura entre las cúspides y las depresiones próximas; de todos modos, á causa de la pequeñez relativa de la Luna, son muy considerables las alturas de sus montañas; la altura de la cima más elevada de la Luna es, respecto de su diámetro, como 1 es á 454, mientras que en la Tierra las mismas proporciones nos dan sólo la relación de 1 á 1.481.

Sabemos que uno de los caracteres peculiares de las montañas lunares es el de presentar unas circunvalaciones inmensas, cuyo centro está algunas veces ocupado por domos y conos aislados. No todas son circulares, y entre las más notables merece citarse la de Descartes, que presenta 59.264 metros de largo y sólo 3.704 de ancho. Los montes anulares de la Luna no tienen dimensiones tan considerables como las circunvalaciones; Conón, en los Apeninos, uno de los más importantes, no tiene más que 14.800 metros de diámetro.

Dice Humboldt que comparando desde el punto de vista de las dimensiones los fenómenos de la Luna y los conocidos fenómenos de la Tierra, es necesario notar que la mayor parte de las circunvalaciones y de los montes anulares de la Luna deben considerarse como cráteres producidos por erupciones intermitentes análogas á las que pudieran tener lugar en la Tierra, pero mucho más vastos que los nuestros. Los cráteres de Rocca Moffina, de Palma, de Tenerife y de Santorín, que llamamos grandes, desaparecen en presencia de Ptolemeo, de Hiparco y de otros muchos cráteres de la Luna. Palma no tiene más que 7.400 metros de diámetro; Santorín, según la nueva medición del capitán Graves, tiene 10.200, y Tenerife 14.800 todo lo más, lo cual no llega ni á la décima parte de los diámetros de Ptolemeo ó de Hiparco. A la distancia de la Luna, los pequeños cráteres del pico de Tenerife y del Vesubio, que miden de 150 á 200 metros de diámetro, apenas serían visibles con el telescopio. La inmensa mayoría de los circos de la Luna carecen de monte central, y los que presentan esta particularidad, como Hevelio y Macrobio, entre otros, se distinguen porque el monte central ofrece la figura de un domo ó meseta, que en nada se asemeja á un cono de erupción, provisto de abertura.

La extraordinaria semejanza que entre sí ofrecen los numerosos cráteres de la Luna nos evita que tengamos que hacer una descripción detallada de cada uno de ellos; sin embargo, nos ha parecido conveniente presentar algunas observaciones sobre los rasgos más característicos de los principales, que sirvan al mismo tiempo de explicación á los grabados que acompañan á esta obra; y lo que decimos de unos puede extenderse, sin perjuicio, á los muchos que dejamos olvidados,

*Copérnico.* Este cráter puede considerarse como uno de los mayores y más interesantes de todos los que cubren la superficie visible de nuestro satélite, pues si bien su diámetro (88 kilómetros) no aventaja al de otros, sin embargo, considerado en conjunto, merece un estudio particular y detallado; su situación cerca del centro del disco lunar, hace que se perciban todos sus maravillosos detalles, al mismo tiempo que los de los objetos próximos, con tal brillantez y claridad, que forma, por decirlo así, uno de los cuadros de mayor atractivo que pueden observarse en la Luna. Su formidable trinchera se eleva á unos 4.000 metros sobre el nivel de la meseta, en cuyo centro casi, se distingue un magnífico grupo de conos, alcanzando tres de éstos una altura superior á 8.000 metros.

La trinchera se encuentra dividida por una serie de anillos concéntricos (fig. 140) que parecen deber su formación al hundimiento de la enorme masa que formaba la montaña que anteriormente existía en el mismo sitio y cuyos fragmentos se han ido depositando de un modo gradual alrededor del circo; por la parte exterior se observa igual fenómeno, aunque algo modificado. Con objeto de poderse formar una idea ligeramente aproximada de la sublimidad y grandeza de este magnífico ejemplar de los cráteres volcánicos de la Luna, deberá

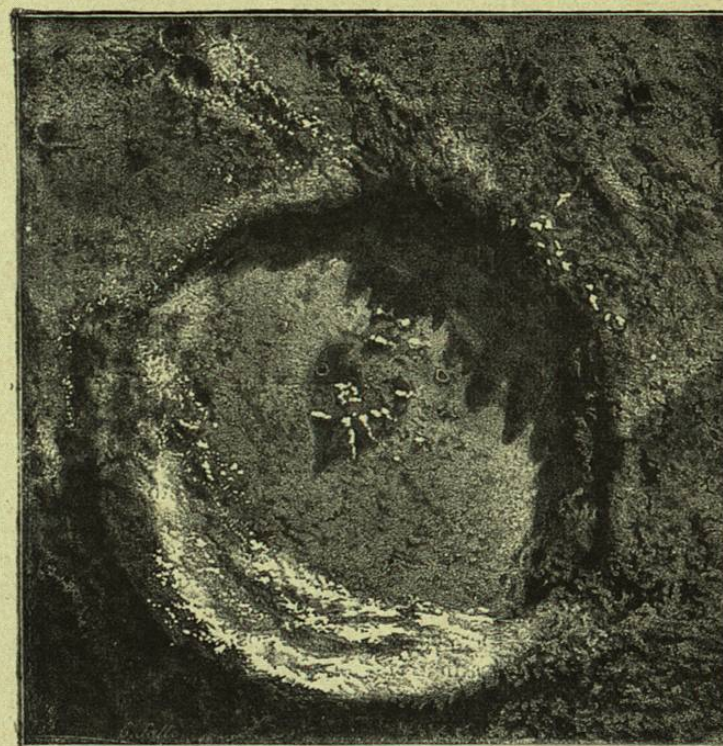


Fig. 140. — Cráter de Copérnico

el lector tratar de fijar su atención en su magnitud enorme, para darse cuenta en su imaginación de la escala verdadera de los detalles, del propio modo que de sus dimensiones generales, pues en tan alto grado difieren estos extinguidos volcanes lunares, por su enorme tamaño, de los que se observan en la superficie de nuestro globo, que podríamos decir que, para medirlos y apreciarlos con la imaginación, necesitamos acostumbrar nuestros sentidos á una nueva unidad ó módulo.

El cráter Copérnico es muy interesante también porque demuestra con toda evidencia que debe su formación al inmenso transporte de materia derretida que en alguna época hubo de arrojar por su foco ó centro de erupción sobre una