

ras, trazadas según el método de Celevio, y más de 1,200 dibujos parciales, completamente inéditos, á escepcion de cinco. Además, había observado muchas fases en Berlin (su ciudad natal) por medio de un instrumento de Dollond que agrandaba quince veces los objetos, precisándolos con gran limpieza. Tuvo después la ventaja de servirse de aparatos más enérgicos, de refractores de 4 á 14 piés de distancia focal, en Hamburgo, Bilk, Berlin y Atenas. M. Schmidt cita, en su Memoria, una lista completa de todas las observaciones verificadas acerca del cráter de Linneo desde 1788, á la que añade sus observaciones personales, muy numerosas, hasta la fecha del 15 Enero de 1867.

No puede caber duda alguna, dice M. Hidingen, de que la superficie de la Luna, está todavía sujeta á cambios, no solo aparentes, sino reales. Pero, ¿cuál es su origen? ¿De qué causa pueden depender? Considerándolo bajo un aspecto más general M. Schmidt espone las diversas hipótesis que podrían emitirse sobre estos cambios.

Se ha de desechar por completo la idea de que se verifiquen en la Luna erupciones de vapores ó de cenizas volcánicas. La humareda que producirían había de proyectar sombra á la aurora, y á la puesta del Sol, lo cual no se observa nunca.

Tampoco el cráter se hubiera podido deprimir porque, en tal caso, durante las fases se descubrirían sombras mucho más considerables.

Sería posible que una erupcion de sustancias líquidas ó pulverentas, hubiese llenado por completo el cráter, sin derramarse por sus bordes, pero aun así, la sombra exterior continuaria existiendo, y solo la interior hubiera desaparecido. Una observacion de esta clase ha sido hecha, sobre el cráter central de *Posidonio* por Schrøeter en 1790 y por Schmidt en Febrero de 1849.

Más fácil sería que una masa líquida ó pulverenta como las supuestas, desbordase del cráter y rodease la montaña con un depósito que se extendiera hasta el llano con un declive insensible. En esta suposicion desaparece la sombra exterior. En tal caso los fenómenos observados en la Luna presentarían la mayor analogia con las erupciones cenagosas de Jaman, tan bien descritas por el célebre Abich.

El astrónomo de Atenas ha hecho tambien una observacion respecto á ciertos depósitos lunares, en forma de aureolas, que rodean las pequeñas colinas tan numerosas en las depresiones ó grandes cavidades, llamadas masas. A estas apariencias concede Schmidt gran importancia para las investigaciones ulteriores.

Los asiduos estudios del director del observatorio de Atenas han sido coronados por descubrimientos que Mødler preveía, y á los que consagraba su mayor atencion, pero que se ha visto obligado á confesar que nunca había él obtenido



tan positivos resultados. El Padre Secchi quiso también observar en Roma el cráter. El 10 de Febrero, entre nueve y diez de la noche, entraba el cráter en la luz del Sol, y se notaba cerca del círculo límite un pequeño punto proeminente con una diminuta sombra, y al rededor de este punto una corona irregular y muy aplastada. La debilidad de la luz y la proximidad de la Luna al horizonte impidieron prolongar las observaciones del eminente astrónomo.

El día siguiente Linneo había ya entrado bastante en la luz, y á las siete de la noche se podía ver claramente un pequeñísimo cráter, rodeado de una aureola blanca y deslumbradora que brillaba sobre el fondo sombrío del mar de la Serenidad. El tamaño de la abertura del cráter era todo lo más  $\frac{1}{3}$  de segundo, y la aureola más estensa que *Sulpicio Gallo*. El Padre Secchi insiste sobre esta comparación que prueba que Beer y Mœdler, en su mapa, no habrían nunca representado un cráter tan grande y tan limpio como el que presenta Linneo, si solo hubiesen visto una mancha blanca como la que existe actualmente, y cuyo cráter es mucho más pequeño que el *Sulpicio Gallo*, y aun que los de varios otros que solo se indican con letras en el Mar de la Serenidad.

Está positivamente probado que ha ocurrido un cambio en la Luna. El Director del observatorio

del colegio Romano, considera probable que una erupción haya llenado el cráter antiguo de materias blancas que le hacen destacarse más brillante sobre el fondo del mar que le rodea.

En una comunicación, dirigida por el mismo padre Secchi á la Academia, añade que el aspecto del cráter varía, agrandando 500 veces su imagen, y dice que es muy posible que el cráter no haya desaparecido por completo aunque sea distinto de como antes se presentaba.

Todavía no se había ocupado el observatorio de París de esta cuestión, debatida por muchos astrónomos, y aun no había dado á conocer ninguna observación sobre el particular, cuando el 17 de Junio M. Le Verrier presentó al Instituto una nota sobre la observación de uno de sus astrónomos, M. Wolf. Esta nota dice, en resumen, que el cráter de Linneo es un punto muy mal conocido, y que es difícil saber si ha habido en él un verdadero cambio. Tal vez, dice, una ilusión óptica, debida á las brumas de la atmósfera, ha favorecido esta opinión.

M. Le Verrier, en las consecuencias que ha deducido de lo aventurado por Wolf, ha creído poder cortar la cuestión por la negativa, pero M. L. de Beaumont, dice á este propósito la *Prensa científica de ambos mundos*, «ha combatido enérgicamente y con gran éxito lo dicho por M. Le Verrier, haciendo notar que las observaciones de Flam-



marion y Chacornac, habitando el uno en París y el otro en Lyon, son casi idénticas, y han sido ejecutadas poco menos que simultáneamente, sin que uno de los observadores conociera los resultados obtenidos por el otro. Además, como añade M. de Beaumont, el no haber desaparecido el cráter, no probaba la imposibilidad de que por él se hubiese verificado una erupción. Si astrónomos de otros planetas han descubierto de nuevo, después de una erupción, los cráteres de nuestro Vesubio, no por esto habrían creído pura ilusión los cambios observados en el volcan. Nadie puede afirmar que la vida geológica sea menor en la Luna que en la Tierra, y por lo tanto no se debe negar la posibilidad de cambios recientes ocurridos en nuestro satélite. Que el observatorio solo los haya distinguido mucho después que los astrónomos, no quiere decir que han dejado de verificarse.»

### III

#### GEOLOGÍA DE LA LUNA.

Nuestro antiguo colega M. Chacornac, ha sacado deducciones ingeniosísimas, de sus observaciones personales sobre los accidentes que presenta la superficie lunar.

Este distinguido astrónomo ha estudiado, re-

cientemente, de nuevo, el aspecto de las diversas regiones del hemisferio visible de nuestro satélite, tanto el de las llanuras que reciben el nombre de mares, como el de las partes montañosas. Ha tratado de escribir una *selenología*. He aquí los primeros puntos de la observación.

Cuando el Sol, próximo á hundirse en el occidente, ilumina cuerpos terrestres situados en el seno de una llanura, sábese que la sombra proyectada es mucho más prolongada que la misma altura de estos objetos salientes. Para citar, de paso, un ejemplo, nos bastará decir que hay estepas en el Asia central cuya uniformidad y blancura del suelo es tal que el Sol poniente aumenta la sombra de un hombre en la proporción visible de 1 á 100. Pueden utilizarse esta clase de fenómenos tanto más en la superficie lunar, cuanto nuestro satélite está completamente desprovisto de atmósfera sensible <sup>1</sup> y ninguna penumbra apa-

<sup>1</sup> A últimos del pasado año de 1875, M. Neison, en una Nota leída á la Sociedad Astronómica de Londres, dice que en la Luna puede existir una atmósfera cuyo máximo de poder refrangible no llegue á un segundo de arco de círculo, aunque tenga mucha estension la delgada capa atmosférica. Así se esplicaría la ausencia de refracción en la ocultación de los astros, por nuestro Satélite, principal punto en que se apoyan los que niegan la existencia de una atmósfera lunar. N. del T.



rente acompaña las sombras de las cavidades ó de las protuberancias de su suelo.

Por la observacion de estas sombras, se pueden reconocer pequeñas colinas cuya observacion directa seria imposible. La superficie lunar está dividida principalmente en regiones volcánicas ó montañosas, y en regiones marítimas cuyo aspecto se puede comparar al que presenta un inmenso llano de lodo seco. Las primeras poseen un poder de reflexion mucho mayor que las segundas.

La diferencia característica de estas regiones puede suministrarnos indicios sobre las causas selenológicas á que es debida.

Mientras por un lado solo se observa una inmensa aglomeracion de vastos cráteres aplastados, cuyo fondo está á menudo al nivel de las llanuras vecinas; por otro lado los mares solo ofrecen llanos inmensos, con grupos pequeños de colinas, parecidos á las líneas de arenas que el oleaje de nuestros mares levanta en las vastas playas. Este carácter no permite abrigar la menor duda acerca la naturaleza de aquel suelo. Alguna vez sobre este terreno, que podríamos llamar primitivo, nótanse estensos arcos, cuyas paredes se elevan á muchos centenares de metros de la llanura: se ofrecen como últimos vestigios de grandes cráteres hundidos, Considerables brechas abiertas en las paredes, permiten penetrar en el espacio que circundan, y seguir de este mo-

do el nivel del suelo marítimo, sin verle ofrecer nunca la menor ondulacion.

Deben ser restos de un archipiélago invadido por una masa líquida.

En el seno de los continentes, se observan tambien cráteres aplastados que prueban que el volcan ha sido cubierto por el suelo marítimo. Hasta se observan cráteres cuyas estremidades centrales han desaparecido bajo espesas capas de sedimentos.

El cráter Schikard, del Sudeste, presenta un ejemplo de las proporciones gigantescas que caracterizan este género de formacion. peculiar á nuestro satélite. El llano de su fondo mide más de 65 leguas de diámetro. Esta inmensa superficie presenta la apariencia de un desierto, en cuyo centro colocado un observador no percibiria ningun vestigio de paredes ó bordes, por mas que estos, en la region Norte, se elevan á una altura de más de 3200 metros.

Finalmente en una gran cantidad de cráteres de este género, se observa que una parte de sus bordes han desaparecido bajo la influencia eruptiva de otro volcan, cuyo centro ha surgido en aquellos limites mismos. Las dimensiones del volcan nuevo, son siempre menores á las del antiguo.

Los datos que acabamos de enumerar han servido de base á M. Chacornac, para establecer tres períodos selenológicos bien determinados.



El período primitivo sería el en que aparecieron estas inmensas elevaciones que han originado valles en forma de cráteres, de más de 300 leguas de desarrollo, y en las que fácilmente se reconoce la no equívoca huella de circunvalaciones con ellos cruzadas.

A esta formación habría seguido la época de un diluvio universal que originaría depósitos análogos á los que cubren nuestros llanos de aluvión. Este cataclismo cubriría de una masa oscura más de las dos terceras partes de la superficie visible de la Luna, y el fondo de los grandes cráteres, entendiéndose de uno á otro extremo del hemisferio, sensiblemente sobre un mismo nivel.

Después de esta segunda época habrían surgido, en todas direcciones, sobre todos los terrenos, una espantosa multitud de cráteres pequeños y profundos, cuya configuración especial es en forma de pozos cónicos, y cuyos fenómenos eruptivos han estado completamente al abrigo de los depósitos de aluvión.

Tal sería el modo de formación de la superficie lunar. Al terminar su teoría el autor emite la opinión de que el origen del gran diluvio en nuestro satélite, podía consistir en la precipitación de los gases no permanentes de su atmósfera. Fácilmente se comprende, en efecto, que llegada la Luna á cierto grado de enfriamiento, la presión atmosférica favoreciera la precipitación de gases y va-

pores que, en forma de lluvia, se habrían esparcido por todos los puntos de la superficie, llenando así los grandes cráteres circunvalados y sin salida. Así también se explica, que los formados en la época posterior á la consolidación de esos fluidos, habrían estado libres de todo depósito sedimentario.

#### IV.

##### TAMAÑO APARENTE DE LA LUNA.

Muy á menudo me ha ocurrido para un estudio de apreciación óptica, de que voy á ocuparme, preguntando estando de sobremesa, á varias personas, sobre el tamaño que les parecía tener la Luna. Quería saber, por una parte, si todo el mundo juzga idénticamente las magnitudes aparentes que no puede medir, y si, por otra, era menos general de lo que yo creía, el error común cuya rectificación es objeto de estas líneas.

Todos vemos al Sol y á la Luna, casi del mismo tamaño uno y otra en el cielo. Esta magnitud aparente, depende á la vez de las dimensiones reales de los cuerpos celestes, y de la distancia á que están separados de nosotros. De este modo el Sol, 1.279,000 veces mayor que la tierra, nos parece igual á la Luna, que es cincuenta veces menor que nuestro globo. Serían menester cincuen-



ta Lunas para formar un globo igual al nuestro y cincuenta veces 1.279,000, ó sean 64 millones, para formar un globo como el Sol. Si la Luna, aunque 64 millones de veces mas pequeña, nos *parece* igual al Sol, se debe á que solo dista de nosotros 96,000 leguas, mientras 37 millones de leguas nos separan del astro rey. La distancia de la Luna á la Tierra es solo la 0,00259 de la que hay entre nuestro mundo y el Sol.

Los diámetros del Sol y de la Luna son entre sí como los números 108,556 y 273; en la misma proporción están sus circunferencias. Por consiguiente, la circunferencia de la Luna es casi 400 veces menor que la del Sol. En cambio la Luna está cerca de nosotros casi 400 veces más que el Sol. Hé aquí porque los dos astros nos parecen ser, aparentemente, de una misma magnitud.

Númericamente, el Sol, para el observador terrestre, subtiende un ángulo de 31'3", y la Luna uno de 31'8". Estos son por *término medio*, los tamaños aparentes. Como sus distancias de la Tierra cambian á cada instante, los dos astros parecen á veces mayores al valor determinado, y á veces menores. Por este motivo, cuando la Luna pasa por delante del Sol: ó bien es del mismo tamaño, y produce un eclipse total que dura un instante, ó bien es más grande y produce un eclipse total que dura muchos minutos, ó bien es más pequeña y produce un eclipse anular en que el

disco brillante del Sol sobresale del negro disco de la Luna, como un anillo luminoso.

Establecidos estos principios astronómicos, vuelvo á mi interrogacion, ¿de qué tamaño aparente veis la Luna y el Sol?

A esta pregunta, hecha como antes he dicho, en la mesa, se me ha contestado casi siempre, tomando un punto directo de comparacion: «Como un plato.»

Esta respuesta general, aunque parece satisfactoria, no lo es. Un plato, lo mismo que cualquier otro objeto, no tiene tamaño aparente absoluto. Todo depende de la distancia á que se le mire. Por esta razon cuidaba de completar mi pregunta, añadiendo:—¿Cómo un plato, á qué distancia?— Y comunmente me contestaban:—«Como un plato puesto en la mesa... á 50 centímetros de mis ojos.»

Hé aquí lo que he podido averiguar. Generalmente, pues, se vé á la Luna de la dimension citada. Unas personas la ven más pequeña, otras más grande; la apreciacion no es igual para todos los ojos. Despues en el horizonte, cuando la Luna llena, con su faz rogiza, se eleva del mar ó de los montes, la creemos ver más voluminosa todavía; «como un tonel, etc.» Y en realidad su magnitud aparente es *más pequeña* en el horizonte que en el cielo, de todo el valor de la paralaje de la Tierra. Nuestra cuestion solo tiene por objeto el caso en que se presenta la Luna llena en lo alto de la bóveda azulada.



Por mucho que ofenda la vanidad de las humanas concepciones, preciso es declarar que no hay en el mundo error más considerable que el de creer que la Luna ofrezca un tamaño *aparente* igual al de un plato comun, ni aun como un plato de postres. ¿De qué proviene tan monstruoso error? En vano lo he buscado.

Examinemos la cuestion de más cerca. La Luna ofrece un diámetro de 31 minutos de arco, esto es, de cerca de medio grado (algo más). ¿Qué es un grado? Es una  $360^\circ$  parte de una circunferencia cualquiera. Supongamos que la mesa, entorno la que hablamos, tiene una circunferencia de 360 centímetros, esto es, 1 metro 14 centímetros de diámetro, ó 57 centímetros de radio. Si dividimos el borde de la mesa en centímetros, cada centímetro, cada intervalo entre dos divisiones, equivaldrá precisamente á un grado.

Ahora bien, si colocamos en el borde de la mesa un disco de papel del tamaño aparente de la Luna, lejos de ocupar el espacio de un plato, solo llenará la mitad de una de las divisiones, la mitad de un grado, la mitad de un centímetro, cinco milímetros y un décimo y dos tercios de milímetro.

La Luna y el Sol no nos aparecen pues, sino como un guisante de cerca de cinco milímetros de diámetro, colocado á 57 centímetros de nuestros ojos. En lugar de un plato, es solo un gui-

sante del plato. Véase si es ó no notable la diferencia.

Estos 57 kilómetros son aproximadamente la longitud del brazo á partir de la palma de la mano. Para convencerse de la realidad de la comparacion del guisante, basta tomar en la mano un grueso alfiler, un lapicero, ó algun objeto que solo tenga 5 milímetros de diámetro, y colocarlo estendiendo el brazo, frente á la Luna: la eclipsa por completo. Con mucha más razon, alargando el brazo, basta colocar el dedo meñique ante la Luna para eclipsarla sobradamente.

Hé aquí otro capítulo que se podia añadir á las ilusiones de la vista.

La primera vez que hice la anterior observacion fué en una bella noche de verano, hace ya diez años. Empezaba á hacer observaciones astronómicas, y á menudo personas ajenas á mi estudio, venian á mirar la Luna en el telescopio. Frecuentemente una persona, al dirigir de aquel modo su mirada al astro, decia: «¡Cuán pequeña parece la Luna! ¡Apenas se vé mayor que una oblea.» Es preciso notar que mi lente aumentaba diez veces el tamaño del satélite. Analizando esta sensacion óptica he llegado á convencerme de que en realidad vemos la Luna mucho más pequeña de lo que creemos.

Tal vez parte de estas anomalías se debe á la irradiacion, pero principalmente se origina en



las comparaciones instintivas que establecemos caprichosamente entre grandes objetos de conocidas dimensiones, como casas, torres, cúpulas, y la Luna, que situada siempre más allá, nos parece de dimensiones aparentes facilísimamente comprobables.

## APÉNDICE.

### APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CALOR SOLAR.