cosa pesa tanto, lo que realmente indicamos es que la atracción de la Tierra obra sobre ella con una cierta fuerza que depende de su propio peso. Esta atracción es lo que llamamos fuerza de gravedad, y como demostramos en tiempo oportuno, la caída de un cuerpo es un ejemplo de la acción de la ley de la gravitación universal; la Tierra y el cuerpo, pudiéramos decir, caen respectivamente una sobre otro, ó se sustentan mutuamente, si el cuerpo se halla en contacto con la superficie del suelo, con una fuerza que depende, directamente, de la masa de ambos y de la distancia que medie entre ellos. El gran Newton demostró que la atracción de una esfera sobre un objeto externo se efectúa del mismo modo que si toda la masa estuviera reunida en el centro. Por manera que la fuerza atractiva de la Tierra sobre una tonelada de peso en su superficie, representa la atracción que 5.842 trillones de toneladas ejercen sobre una tonelada situada á 1.590 leguas de distancia, que es el radio medio terrestre. Si el peso de la Tierra fuese únicamente de la mitad de la cifra anterior, es claro que la atracción se reduciría asimismo á la mitad, y por lo tanto, el peso de una tonelada, siendo atraído con una fuerza una mitad menor, pesaría sólo media tonelada, así que el esfuerzo muscular necesario para soportar este peso se hallaría reducido á la mitad. Ahora comprenderemos sin trabajo, que lo que en la Tierra pesa un kilogramo, no pesará la misma unidad en la Luna, sino tan sólo $^1/_{80}$ del peso en la Tierra. ¿Cuál es, pues, la relación entre un kilogramo en la superficie del globo y el mismo peso transportado al globo lunar? Parece que, puesto que la masa de la Luna es la $^1/_{80}$ de la masa terrestre, un kilogramo transportado á la Luna debería pesar la cuadragésima parte de un kilogramo terrestre, y así sucedería, en efecto, si la distancia del centro de la Luna á la superficie fuese igual á una distancia análoga en la Tierra; pero el radio de la Luna es tan sólo $^1/_{3,66}$ del radio terrestre y la fuerza de la gravedad varía en razón inversa del cuadrado de la distancia que medie entre los centros de los cuerpos que se atraen; como en el caso presente, por ejemplo, la distancia que haya entre el centro de la pesa de un kilogramo y el centro de la Luna. Así que la atracción de la Luna sobre un cuerpo situado en su superficie, comparada con la acción de la gravedad terrestre, es igual á $^1/_{80}$ multiplicada por el cuadrado de $^1/_{3,66}$, relación que equivale á $^1/_6$; la fuerza de gravedad en la superficie de la Luna viene á ser la sexta parte de la fuerza de la gravedad media en la superficie del globo, por manera que la pesa de un kilogramo sólo pesará en la Luna la sexta parte, esto es, 166 gramos. Una consecuencia muy importante se desprende de este hecho: que cualquiera clase de fuerza, bien sea muscular, como la del hombre ó los animales; dinámica, como la de un muelle; química, como la de la pólvora, etc., será en la Luna seis veces más poderosa que en la Tierra. Un hombre que pudiera en nuestro globo dar un salto de dos metros, daría en la Luna, con el mismo esfuerzo muscular, un salto de doce metros; un cuerpo que fuese lanzado por la fuerza explosiva de la pólvora á una altura de un kilómetro en la superficie de la Tierra, se elevaría en la Luna, con la misma cantidad de pólvora, á una altura de 6.000 metros.

En los tratados populares de Astronomía se indican sólo, por lo general, los resultados numéricos que hemos presentado en las páginas anteriores, y el lector, que no ve cómo ha podido obtenerse el valor que se le señala, duda de la

certidumbre y exactitud de la cifra; por este motivo hemos creído oportuno presentar, de un modo tan breve y conciso como nos ha sido posible, la marcha que se sigue para averiguar el valor de estos elementos, al parecer inaccesibles.

La rapidez del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra fué sin duda la primera noción que en los antiguos siglos tuvieron los hombres de la comparativa proximidad de nuestro satélite; casi al mismo tiempo que los primeros observadores notaron que los cuerpos celestes tenian diversos movimientos aparentes, hubieron de percibir que los cambios diarios de la posición de la Luna eran mucho más considerables que los de cualquier otro mundo de los cielos. Según se desprende, por la diferencia que Job establece entre el Sol y la Luna, por algún tiempo hubo de considerarse nuestro satélite como el único cuerpo dotado de movimiento propio en la celeste bóveda; dice así el texto bíblico: «Si miré al Sol cuando resplandecía y á la Luna cuando caminaba con claridad» (Job, capítulo XXXI, v. 26); precediendo también el descubrimiento del circuito anuo del Sol al de los movimientos de los planetas. Sea de esto lo que quiera, podemos, no obstante, asegurar que en tiempos remotos considerarían los astrónomos, que de todos los cuerpos que surcan los espacios, ninguno se mueve con velocidad superior á la de la Luna, y como consecuencia hallamos que, aun en la infancia de la ciencia astronómica, se admitía que la Luna era el cuerpo celeste más próximo á la Tierra.

En el sistema de Pitágoras, que consistía en suponer que los sonidos musicales eran producidos por la revolución de las esferas que sustentaban á los planetas, se asignaba la nota más alta de la armonía celeste á la esfera cristalina de la Luna.

Si los astrónomos caldeos llegaron á determinar la distancia de la Luna, fundándose en sus propias observaciones, cosa es que no se puede comprobar satisfactoriamente; si así lo hicieron, es probable que su determinación estuviera basada en un estudio particular y escrupuloso de los movimientos de la Luna, emprendido con objeto de predecir los eclipses con mayor aproximación. A pesar de esto, la primera determinación de la distancia de la Luna que ha llegado á nuestra noticia, hay que atribuirla á los filósofos de la escuela de Alejandría; Aristarco de Samos (280 antes de J. C.) trató de comparar las distancias del Sol y de la Luna por un método de observación poco adecuado para la resolución de problema tan difícil, si bien no resulta que haya tratado de investigar particularmente la cuestión de la distancia de la Luna; 125 años después, emprendió Hiparco la resolución de ambos problemas, obteniendo en el primero un resultado tan defectuoso como el de su antecesor, y en el segundo, gracias á un método eficaz en sus manos, un éxito más lisonjero, según nos refiere su sucesor Ptolemeo.

Parece que el estudio escrupuloso de los movimientos de la Luna, con objeto de determinar su curso á través de las constelaciones y de las leyes exactas en cuya virtud camina, indujo á Hiparco á atacar el problema de la distancia de nuestro satélite; este astrónomo, desprovisto de instrumentos ópticos, y con dos ó tres círculos llamados *armellas*, determinó la excentricidad de la órbita lunar, su inclinación respecto de la eclíptica, y probablemente también cierta desigualdad del movimiento de la Luna que se llama *evección*. Si fué Hiparco, en efecto, el que hizo estos descubrimientos, ó si hay que atribuirlos á Ptolemeo, es lo cierto que los trabajos del astrónomo alejandrino no le hubieran permitido obtener este resultado sin el conocimiento previo de la proximidad de la Luna á la Tierra, en comparación á las distancias que nos separan de los demás cuerpos celestes, y sólo por el estudio de estos efectos pudo formar una idea bastante aproximada de la distancia de la Luna; no conservamos, sin embargo, ningún detalle de los resultados obtenidos por Hiparco, y únicamente en las páginas del *Almagesto*, escrito por Ptolemeo dos siglos y medio después, hallamos la primera explicación de los métodos usados por los astrónomos anteriores, para determinar la distancia á que se encuentra la Luna.

Cuando los geómetras quieren conocer en la superficie de la Tierra la distancia de un punto á otro inaccesible, separado del primero, por ejemplo, por obstáculos que no impiden dirigir una visual, verifican una operación muy sencilla, una triangulación, de la que deducen fácilmente la distancia buscada. Dimos antes una ligera idea de esta operación al hablar de las dimensiones de la Tierra y creemos llegado el caso de ampliarla.

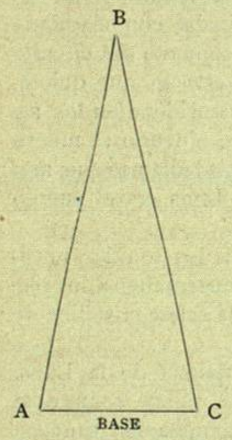

Fig. 127. – Medida de la distancia de un punto inaccesible.

Sea A el lugar del observador y B el punto inaccesible; sobre el terreno se traza una base rectilínea de longitud conocida AC (fig. 127). En A se mide por medio de un círculo graduado, el ángulo que forma la visual BA con la base AC. En C se mide de la propia manera el ángulo BCA; el triángulo ABC queda, pues, determinado, puesto que conocemos un lado que es la base, y la inclinación respectiva de los otros dos lados, formados por las visuales AB y CA. La geometría nos permite construir gráficamente una figura en la que se hallará situado el punto B, y llevando entonces, cuantas veces sea necesario, con una misma abertura de compás la longitud conocida de la base AC, desde ésta hasta el punto B, quedará determinada su distancia.

Pongamos un ejemplo práctico; nos hallamos en el campo, en un terreno llano, y en el horizonte se distingue la aguja de un campanario, del cual nos separa una gran distancia, y á cuyo pie no podemos llegar, por impedírnoslo un río que no tenemos medios de atravesar; queremos determinar la distancia á que se encuentra el campanario, sin separarnos del llano en que nos hemos situado. Veamos de qué medios, fundados en el principio anterior, podemos valernos; en C, punto en que nos encontramos (fig. 128), plantamos un jalón ó estaca; en otro punto, B, plantamos un segundo jalón, á una distancia bastante grande, comparativamente á la longitud probable que se trata de determinar.

Los dos jalones C B forman una línea recta, que se puede medir fácilmente con una cinta métrica, con una cadena de agrimensor ó por cualquiera otro medio. Supongamos que CB es igual á 428 metros y 60 centímetros; esta es la base de nuestra operación. Ahora, por medio de un instrumento llamado *grafómetro*, de mucho uso entre los agrimensores, mediremos desde C y B el ángulo que

forma el campanario con la línea de la base, y obtenemos así todos los elementos que necesitamos para resolver nuestro problema. Por una parte conocemos la longitud exacta de la línea BC, puesto que la hemos medido directamente; el ángulo ACB tiene su vértice en C y podemos suponerlo igual á 80° 29′, y el ángulo ABC, cuyo vértice está en B, vale por ejemplo 75°; esto es todo lo que necesitamos para conocer las demás partes del triángulo ABC y poder trazar en un papel una imagen semejante, con las proporciones que se quiera, de suerte que con el auxilio de un compás y una regla dividida, será fácil saber el número

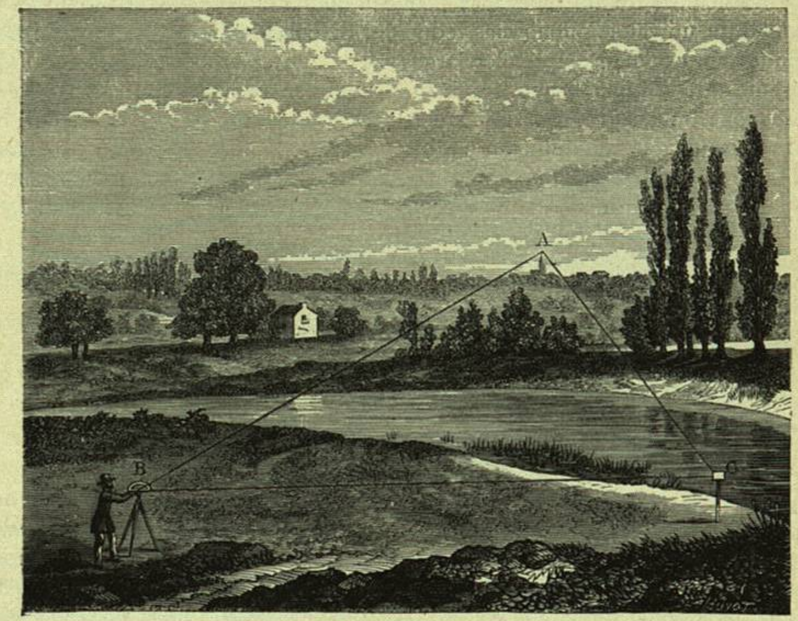

Fig. 128. – Medida de la distancia que separa un punto de otro punto inaccesible

de metros contenidos en el lado CA del triángulo, que en el caso presente es igual á 992^{m}.

Si nos fuera posible determinar con toda exactitud el valor de los ángulos y la longitud de la base, hallaríamos con toda exactitud también la verdadera distancia del punto que se tratase de averiguar, pues el método es riguroso; pero, por desgracia, no lo son tanto los instrumentos que se emplean para las observaciones; así pues, la determinación de las distancias de los puntos inaccesibles es sólo aproximada á la verdad, muy aproximada si se quiere, pero siempre inexacta.

Otra causa de error es la pequeñez de la base, respecto de la distancia que haya de medirse, defecto que en las mediciones que se verifican en la superficie del globo puede casi siempre remediarse; pero no podemos decir otro tanto cuando se trata de las distancias celestes. De aquí la dificultad que experimentan los astrónomos en la aplicación de este método para averiguar la distancia de los cuerpos celestes, pues la base tiene que ser siempre excesivamente pequeña en comparación á las distancias que se desea determinar; tan sólo cuando se trata de la Luna pueden los astrónomos emplear este método con alguna probabilidad de éxito, y aun en este caso el problema está erizado de dificultades.

La distancia que hay entre la Tierra y la Luna es unas treinta veces mayor que el diámetro terrestre; por manera que si nuestro satélite hubiera estado situado en el campanario de la figura, y la base AC fuese el diámetro de la Tierra, resultaría siempre treinta veces más pequeña que la distancia, y por lo tanto, el ángulo B de un valor mucho más reducido. Si consideramos que los antiguos astrónomos no podían emprender largos viajes con el propósito de determinar la distancia de la Luna, y que aun cuando hubiesen contado con observadores en estaciones muy separadas, desconocían las posiciones geográficas exactas de los diversos lugares que hubieran podido tomar como línea de base, es sorprendente que Hiparco y Ptolemeo hayan podido averiguar con bastante aproximación la verdadera distancia de nuestro satélite. Hiparco demostró, sin embargo,

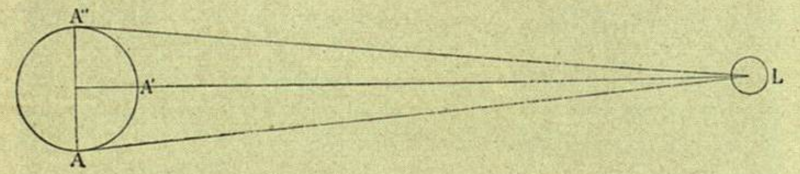

Fig. 129. – Medición de la distancia de la Luna; método de Hiparco

de qué medios podía valerse un astrónomo para resolver este problema sin necesidad de abandonar su observatorio; el movimiento de rotación de la Tierra transporta diariamente la estación del astrónomo alrededor de un círculo inmenso, y basta observar el efecto que este movimiento produce en las posiciones de la Luna, para poder formar un cálculo bastante aproximado de la distancia que se obtendría por observaciones hechas en dos lugares separados. Es verdad que Hiparco, probablemente, y Ptolemeo, de seguro, considerarían inmóvil la Tierra, pero esto no tiene importancia alguna, en cuanto á lo que se refiere á la determinación de la distancia de la Luna, y lo mismo da que se considere que nuestro satélite gire con movimiento propio por la bóveda de los cielos, como que sea la Tierra la que dé vueltas alrededor de su eje.

Examinemos ahora las condiciones en que debe verificarse la observación; en primer lugar supongamos que la Luna se encuentra inmóvil en el ecuador celeste, en L (fig. 129); un observador colocado en A se transfiere, en virtud del movimiento del globo, de A á A', y por último á la extremidad diametralmente opuesta A''; en este punto se encuentra la Luna en el momento de la observación, en el horizonte oriental, y cuando el observador pasa al lugar A'', hállase de nuevo la Luna en el horizonte, pero al Oeste; cuando el observador ocupa el punto A' á mitad del camino de A y A'' se encuentra la Luna en su cenit, pues suponemos que se situó en la línea equinoccial; así, pues, la Luna sale exactamente por el Este, pasa por el cenit y se pone por el punto matemático del Oes-

te; entre las dos posiciones opuestas que ocupa el observador en el transcurso de doce horas, media un diámetro terrestre, que es el que sirve de base para medir la distancia de la Luna.

Un método más exacto de determinar esta distancia consiste en elegir dos estaciones apartadas, cuyas posiciones geográficas se conozcan con la mayor aproximación posible; sea A un lugar de la Tierra (fig. 130) en el cual se observe la Luna L en el momento en que pase por el meridiano; el observador mide por medio del círculo mural la distancia cenital del centro de la Luna, ó sea el ángulo ZAL; en el mismo meridiano existe un lugar C en el cual pasa la Luna por el meridiano y por el cenit además en el mismo instante que en A; TCL es, pues, una línea recta. Si se conoce la diferencia de latitud de los lugares A y C, es decir, el arco AC, medida del ángulo ATC, quedará determinado el triángulo LAT, puesto que el radio de la Tierra TA es conocido lo mismo que los ángu-

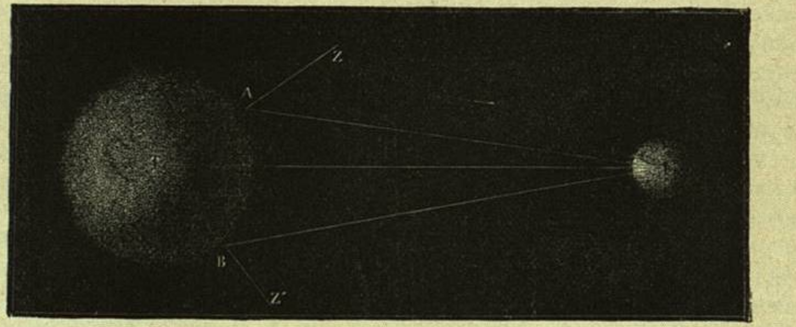

Fig. 130. – Medición de la distancia de la Tierra á la Luna

los de la base en A y en T. Se podrá, pues, calcular la distancia TL ó sea la paralaje de la Luna ó ángulo bajo el cual se vería desde el centro de nuestro satélite el radio TA de la Tierra; esto es á lo que se da la denominación de *paralaje de altura.*

En la práctica se procede del modo siguiente: dos observadores situados en un mismo meridiano, pero en distintos hemisferios, el uno en A y el otro en B, miden al mismo tiempo la distancia cenital de la Luna en cada estación en el momento en que corta el meridiano. Los ángulos ZAL y Z'BL se conocen, pues, y por consecuencia sus suplementos TAL y TBL; las latitudes de ambos lugares son conocidas también, luego estamos en aptitud de conocer asimismo el ángulo ATB, que es la suma ó la diferencia de las latitudes, según que los puntos A y B se encuentren en un mismo hemisferio ó á lados distintos del ecuador; también los radios terrestres TA, TB, pueden ser desiguales.

Construyendo un cuadrilátero semejante á TALB y trazando la tangente LA' se tendrá al mismo tiempo la paralaje horizontal A'LT y la distancia TL de los centros de la Luna y de la Tierra.

En realidad, no es así como se procede, y estas cantidades se determinan por el cálculo. Una de las primeras series de observaciones emprendidas para fijar la distancia de la Luna, se llevó á cabo por Lacaille en 1750, desde el Cabo de Buena Esperanza; comparando sus resultados con los que se obtuvieron de observaciones hechas en Europa, dedujo que el valor de la paralaje horizontal de la Luna debía ser de 57′ 13″.1, valor que corresponde á una distancia media de 104,762 leguas; pero Lacaille desconocía la verdadera configuración de la Tierra, asignándole mayor depresión de la que en efecto le corresponde; suponía que el diámetro ecuatorial era superior al polar en la proporción de 201 á 199, cuando la proporción sólo es, aproximadamente, de 300 á 299, ó lo que es igual $^1/_{300}$. Aplicando esta corrección á los resultados de Lacaille, se encuentra como valor de la paralaje horizontal 57′ 4″.6, que corresponde á una distancia superior á la obtenida anteriormente en 256 leguas.

Mientras Lacaille observaba en el Cabo de Buena Esperanza, efectuaba en Berlín las observaciones correspondientes el astrónomo francés Lalande, que en aquella época sólo contaba 19 años; comparando sus resultados con los de Lacaille obtuvo una paralaje de 57′ 3″.7 que corresponde á 105,048 leguas; aquí debemos hacer notar que se escogieron los dos puntos indicados como estaciones extremas, por hallarse situados, con muy escasa diferencia, en un mismo meridiano, y que, por lo tanto, la Luna pasaba casi al mismo tiempo por este plano en ambos puntos.

Burg comparó las observaciones del Cabo con las de Greenwich y halló una distancia media de la Luna igual á 105,130 leguas; Henderson, el primer astrónomo que determinó la distancia de la famosa estrella alfa del Centauro, hizo una serie de observaciones lunares en el Cabo de Buena Esperanza en 1832 y 1833 con medios instrumentales muy imperfectos; comparando estas observaciones con las efectuadas en Greenwich y Cambridge dedujo como valor de la paralaje lunar 57′ 1″.8, ó sea una distancia de 105,106 leguas. Probablemente el valor más exacto con que contamos es el obtenido por el profesor Adams, el rival de Le Verrier, de una serie de observaciones correspondientes, efectuadas en el Cabo de Buena Esperanza por Mr. Sreen, y en Cambridge y Greenwich por los astrónomos de estos establecimientos; según Adams, el valor de la paralaje lunar es de 57′ 2″.7 y la distancia á que se encuentra de la Tierra 105,079 leguas.

En el cuadro siguiente se encuentran reunidos todos los valores que hemos ido enumerando para que el lector pueda apreciarlos de una sola ojeada:

ELEMENTOS DE LA LUNA

Diámetro.	870	leguas
Circunferencia de un círculo máximo. . . .	2,735	»
Superficie.	2 375,000	» cuadradas
Volumen.	86.523,437	» cúbicas
Masa ó peso.	73.000,000.000,000.000 000	de toneladas

Ahora que conocemos las dimensiones del radio de la Luna, podemos completar nuestra explicación respecto de las distancias á que se encuentra de la Tierra, en diversos puntos de su órbita; para obtener la distancia más corta, ó

sea la que media entre los dos puntos más próximos de ambas superficies, tenemos que restar la suma de los radios de la Tierra y de la Luna.

		Radios ecuatoriales	En leguas
Mínimas distancias de la Luna á la Tierra	apogeo.	61,310	99,334
	media.	59 000	94,066
	perigeo.	55,691	88,780

Así, pues, en ciertos momentos, nos encontramos de la Luna á sólo 88,780 leguas, menos de nueve veces la circunferencia ecuatorial de la Tierra; de la Península á la Habana hay, poco más ó menos, 1,600 leguas marinas que vienen á ser 2,200 leguas métricas, única médida que hemos empleado en todo el curso de esta obra; se necesitaría hacer tan sólo 22 viajes redondos, esto es, de ida y vuelta, para recorrer una distancia igual á la que nos separa de nuestro satélite; sin duda que muchos marinos han ido y vuelto de España á Cuba más de 22 y más de 40 veces. Un tren de ferrocarril echaría en cruzar el espacio que nos separa de nuestro satélite unos diez meses. La velocidad del sonido en el aire es de unos 331 metros por segundo, y suponiendo que la atmósfera terrestre se extendiese hasta la Luna, para que el sonido tuviese un medio de propagarse, y si suponemos también que en la época del novilunio ocurriese en la superficie de nuestro satélite una erupción volcánica, no llegaría á nuestros oídos el estruendo de la explosión sino al cabo de 14 días; por manera que cuando nos enterásemos del hecho, habrían transcurrido dos fases lunares y nos encontraríamos en la Luna llena siguiente; una bala de cañón franquearía la misma distancia en 4 días y 13 horas, suponiéndola dotada de una velocidad constante de 900 metros por segundo. Por último, la luz, que es el movimiento más rápido que se conoce, tarda en venir de la Luna á la Tierra la cuarta parte de un segundo.

Sólo nos referimos á móviles de velocidad constante; del propio modo podríamos calcular el tiempo que emplearía un cuerpo en caer desde el centro de la Luna al centro de la Tierra, ó lo que viene á ser lo mismo, el tiempo que tardaría la Luna en reunirse á nuestro planeta, si la fuerza tangente que combinada con la gravedad la hace describir su órbita, se anulase de pronto. Al cabo de 6 días 5 horas 40 minutos y 13 segundos, se consumaría la catástrofe, cuyas espantosas y terribles consecuencias no tenemos precisión de describir, pues fácilmente se las representará el lector.

Suponiendo que la Tierra permanezca inmóvil en el espacio, ofrece la órbita elíptica de la Luna un desarrollo de 600,000 leguas, y como nuestro satélite recorre este camino en 27 días y $^1/_3$, su velocidad media viene á ser de unos 1,000 metros por segundo; esta velocidad es, sin embargo, variable, aumentando cuando la Luna se encuentra más cerca de la Tierra ó sea en el perigeo, en cuyo caso recorre 1,080^m, y en el apogeo ó distancia máxima, sólo 970^m.

Pocas personas habrán dejado de notar el tamaño considerable que presenta la Luna en el horizonte; si aguardamos, para hacer la observación, que el cielo esté despejado y sin nubes, y el momento del plenilunio, veremos que al salir la Luna por el Oriente presenta su rojizo disco unas dimensiones colosales, siendo al mismo tiempo muy débil su luz. A medida que se va elevando, disminuyen sus dimensiones, pierde su color encarnado y aumenta progresivamente su intensidad luminosa, hasta que al cabo se presenta de su tamaño normal; en el punto más alto de su carrera, cuando pasa el astro por el meridiano, obtiene el disco su menor magnitud aparente. Este contraste entre el tamaño de la Luna en el horizonte y en su mayor elevación sobre él, es tanto más sensible, cuanto por efecto de su movimiento ó de la posición del lugar del observador se aproxima más la Luna al cenit.

Idéntico fenómeno se reproduce al descender la Luna al lado opuesto del horizonte, hasta que desaparece por la región occidental del cielo. Es imposible sustraerse al influjo de esta ilusión aun cuando se sepa que el diámetro real de la Luna no sufre modificación de ninguna especie; por otra parte, el mismo fenómeno se observa en el disco solar, que también parece mayor en el horizonte que en el meridiano, y en la distancia ó intervalos angulares de las estrellas, mucho menos considerables en la apariencia cuando se encuentran á cierta altura que en las inmediaciones del horizonte.

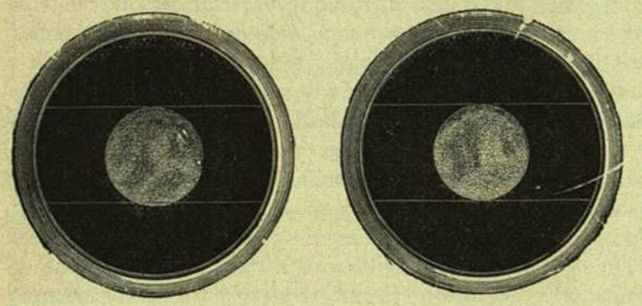

Fig. 131. – Diámetro de la Luna en el horizonte y en el cenit

Son diversas las explicaciones que se han dado de esta apariencia singular, siendo la más probable y racional la que debemos al célebre geómetra Eulero; según éste, hay que atribuir el fenómeno á la forma abovedada del cielo, en cuya virtud, juzgamos que el horizonte y los puntos inmediatos del firmamento se encuentran más distantes ó lejanos que las partes que se hallan sobre nuestras cabezas. Las dimensiones angulares del objeto observado son siempre las mismas en el horizonte y en el cenit, y al considerarlas más lejanas deben parecernos mayores.

Un experimento muy fácil de verificar nos confirmará en esta idea; además de la explicación de Eulero, podemos, en el caso del Sol y de la Luna, pero no de las estrellas, hacer intervenir también la diferencia en la intensidad luminosa que ofrecen, en el horizonte y en el meridiano, los dos luminares del día y de la noche. Si aguardamos en una estación de ferrocarril, por la noche, la llegada de un tren, y dirigimos nuestra vista á la locomotora, distinguiremos en su parte anterior dos faroles, uno rojo y otro blanco, muy brillantes; ambos se encuentran colocados en un mismo plano, y á pesar de eso, nos parecerá que el rojo se halla mucho más distante y que pertenece á uno de los coches de la cola del tren; por más que queramos acostumbrarnos á considerar ambas luces á una

misma distancia, no nos es posible sustraernos á esta ilusión, y siempre que veamos el tren nos parecerá que la luz roja se halla mucho más lejos que la blanca. Del propio modo, acostumbrados al brillo de la Luna en el cenit, cuando la vemos obscurecida en el horizonte, sin querer la imaginamos mucho más distante, y como en realidad no lo está, á despecho nuestro se convierte este argumento de longitud en medida superficial y vemos el disco con las enormes dimensiones que conocemos.

Las medidas astronómicas demuestran de un modo indudable, por otra parte, que en esto sólo hay un error de nuestros sentidos, pues el diámetro aparente de la Luna es, precisamente, mayor en el cenit que en el horizonte, lo cual se demuestra sin dificultad, con auxilio de un anteojo provisto en su plano focal de dos hilos paralelos, cuyo intervalo sea tal que queden tangentes al borde del disco cuando aparece la Luna por el horizonte (figura 131); en el momento en que pasa el astro por el meridiano se ve que el disco sobresale de los hilos, si se ha tenido cuidado de que éstos no sufran alteración en sus distancias ni en su paralelismo.

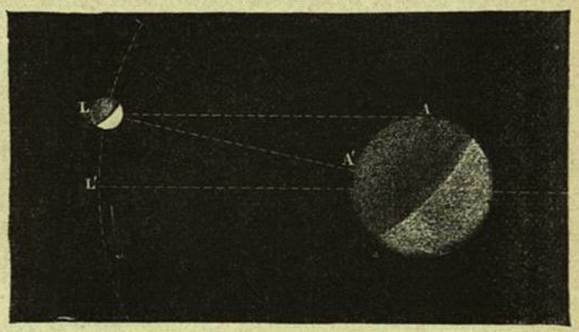

Fig. 132. – Variación en la distancia de la Luna del horizonte al cenit

Y así es, en efecto, como debe suceder. Cuando la Luna aparece en el horizonte de un observador A (fig. 132), su distancia A L se aparta poco de la distancia que separa el centro de la Tierra del centro de la Luna; cuando, en virtud del movimiento diurno de rotación, el horizonte A se transfiere á A′ y la Luna pasa por el cenit, la distancia A′L es menor que la distancia de los centros en una cantidad igual al valor del radio terrestre; el observador se ha acercado, pues, á la Luna, y por lo tanto las dimensiones angulares del disco tienen que haber aumentado.

Además de su movimiento de revolución alrededor de la Tierra, posee la Luna otros varios, siendo uno de los más importantes el de rotación sobre su eje.

La realidad de este movimiento se prueba por el hecho, que ya hemos tenido ocasión de examinar, de que la Luna presenta siempre á la Tierra la misma porción de su superficie, el mismo hemisferio; en efecto, siempre se observan las mismas manchas obscuras y permanentes, durante las revoluciones sucesivas, abstracción hecha de ciertas oscilaciones periódicas de las que en breve vamos á ocuparnos, y que descubren, ora al Norte y al Sur, ya al Este y al Oeste, ciertas porciones del hemisferio invisible. Este hecho demuestra por sí mismo que el período de la rotación es precisamente igual al de la revolución sidérea, es decir, 27 días y 8 horas próximamente.

En los *Diálogos* de Galileo, dice Simplicio que la Luna nos presenta siempre la misma faz y de aquí deduce que no gira sobre sí misma; esta consecuencia, de todo punto inadmisible, tan sólo se apoyaba en que Simplicio y los astrónomos de su tiempo admitían que la Luna era arrastrada con la esfera de cristal que se suponía que le servía de apoyo.

Cierto es que, relativamente á las partes materiales de esta supuesta esfera, no giraría la Luna, pero en el espacio su movimiento de rotación es evidente, toda vez que un observador colocado por fuera de la curva descrita hubiera visto de un modo sucesivo todas las porciones del astro.

Si el tiempo que la Luna invierte en girar sobre su eje es de igual duración, exactamente, al que necesita para hacer su revolución en torno de la Tierra, claro es que en este caso ha de presentarnos siempre el mismo lado; pero, por pequeña que fuese la desigualdad que existiera entre ambos movimientos, á la larga concluiríamos por distinguir la región del astro que hoy por hoy es invisible. Pudiera ser la diferencia angular entre la faz observada en una lunación, comparada con la Luna siguiente, tan sólo de alguna fracción de segundo, la cual, acumulándose en el transcurso de los siglos, podría llegar á producir efectos sensibles. En cuanto al hecho, podemos asegurar que las duraciones de la rotación y de la revolución de nuestro satélite son exactamente iguales entre sí, y que vemos en la época presente la misma faz de la Luna que contemplaron los antiguos hace más de 2,000 años; en efecto, hoy día, en la Luna llena, distinguimos, como antes hemos dicho, los contornos de una cara humana, descrita por Plutarco á principios de nuestra era; luego la región de la Luna que vemos es la misma de que habla el historiador griego.

La Luna, pues, en su movimiento circulatorio alrededor de la Tierra, nos presenta siempre la misma faz, resultando inevitablemente la consecuencia de que nuestro satélite gira sobre sí mismo en un tiempo igual al que invierte en verificar su revolución alrededor del globo terrestre; difícilmente se comprende que esta consecuencia haya podido jamás ser puesta en duda, y que hombres de talento é instrucción no hubiesen reconocido que si el globo lunar no girase sobre su centro, que si durante su movimiento circulatorio no estuviese dotado de un movimiento de rotación y que permaneciese constantemente paralelo á sí mismo, la faz del globo que nos presentaría, después de cada media revolución, habría de ser opuesta á la que veíamos anteriormente. Pongamos un ejemplo vulgar, para aclarar este punto por completo y llevar el convencimiento al ánimo del lector; supongamos que asistimos á una función de circo ecuestre, y que un caballo recorre la pista haciendo sus conocidos ejercicios. Para el picador que se encuentra en el centro del redondel, presentará el caballo siempre el mismo costado, el izquierdo, por ejemplo; pero procedería con mucha ligereza el individuo que, fundándose en este hecho, afirmase que al mismo tiempo que el caballo daba una vuelta completa al circo no había girado una vez sobre su eje; y la prueba es concluyente. Pues en vez de fijarnos en la perspectiva que se ofrece al picador, consideremos lo que verá un individuo colocado en la parte exterior del circo, esto es, uno de los espectadores. Cuando el caballo pase por delante de él, le presentará el costado derecho; á un cuarto de vuelta, la grupa; á la mitad, el costado izquierdo; á los tres cuartos, la

cara y parte anterior; y finalmente, al concluir la vuelta completa, otra vez el costado derecho; es, pues, indudable que hemos visto el caballo por todas partes lo mismo que si hubiera girado sobre un eje vertical, con la particularidad de que el movimiento rotatorio ha sido de igual duración que el movimiento de traslación.

Veamos ahora si la explicación anterior es aplicable á la Luna, observándola durante el curso completo de una lunación, por ejemplo, de un plenilunio al plenilunio siguiente; unamos el centro de la Tierra al centro de la Luna (fig. 133) y este radio vector encontrará la superficie del astro en un punto A que será el centro del disco, según ha de verlo un observador situado en nuestro globo; la mancha particular que presenta el astro en este punto, continuará ocupando el centro, en todas las fases sucesivas siguientes, para el observador

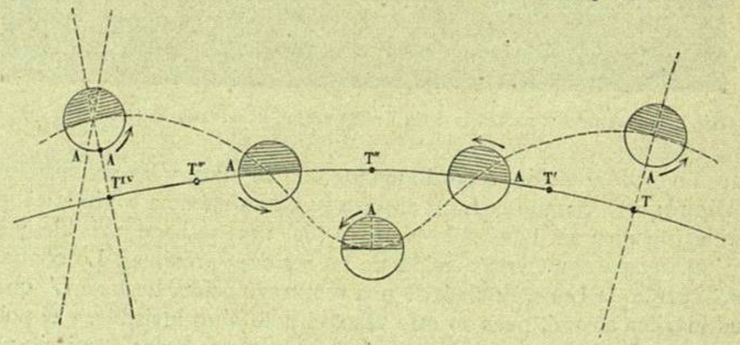

Fig. 133 – Igualdad de la rotación de la Luna y de su revolución sidérea

cuyas posiciones irán siendo los puntos T, T', T'', T''' y Tɪᴠ. El radio de la luna que termina en el punto A ha debido tomar, pues, en el espacio, la serie de direcciones indicadas en la figura A T, A T' y AT'', etc., es decir, que se habrá movido angularmente alrededor, describiendo una circunferencia de círculo al llegar, en virtud del movimiento de traslación de la Luna, á ocupar una dirección paralela á la dirección primitiva A T; este momento precede, por otra parte, á la época de la conjunción, puesto que, en este instante, el radio A T' forma con su dirección primitiva un ángulo igual, precisamente, al ángulo descrito por la Tierra en su órbita. La rotación, como vemos, se efectúa, pues, en el mismo intervalo de tiempo que la revolución sidérea de la Luna y en el mismo sentido que su revolución, ó sea de Occidente á Oriente.

Si comparamos á la figura anterior la figura 134, nos convenceremos de que las cinco posiciones del globo lunar son idénticas á las que presentaría una esfera dotada sólo de movimiento rotatorio, vista desde una distancia exterior infinita.

Admitido el movimiento de rotación del globo lunar, hemos de investigar ahora en su superficie los polos de rotación, es decir, los puntos donde termina el eje á cuyo alrededor se verifica el movimiento. Acabamos de decir que siempre es el mismo punto, la misma mancha de la superficie de la Luna la que ocupa el centro del disco, lo cual no es rigurosamente exacto, pues, en realidad,