

CAPITULO VI.

TEORÍA Y USO DEL SEXTANTE.

161.—Los arcos celestes que se miden habitualmente para la resolución de todos los problemas de la Astronomía práctica son las distancias zenitales y los ángulos azimutales de los astros; por consiguiente un círculo repetidor, y mejor aún un teodolito astronómico ó altazimut, son suficientes para obtener los datos necesarios en todas las aplicaciones. Sin embargo, el sextante y todos los demás instrumentos de reflexión, se emplean igualmente con el mismo objeto, y si bien los resultados que proporcionan son por lo general inferiores á los que se obtienen con un buen altazimut ó algún otro aparato de precisión, presentan en cambio la ventaja inestimable de su fácil transporte y de su sencillo manejo, siendo también susceptibles de suministrar, en manos hábiles, resultados verdaderamente notables por su exactitud.

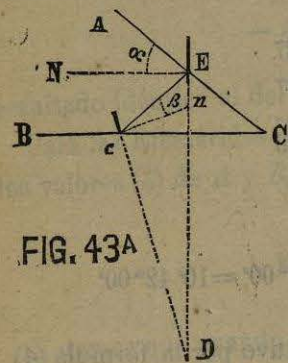


FIG. 43A

El principio que sirve de fundamento á la construcción de los instrumentos de reflexión es el siguiente: si un rayo luminoso AE (fig. 43^a) sufre sucesivamente dos reflexiones Ee y eC en dos espejos E y e , el ángulo ACB formado por la primera dirección AC con la última BC , es doble

del ángulo EDe que forman los planos de los dos espejos. Con el fin de demostrar esta propiedad, llamemos α el ángulo de incidencia en el primer espejo, esto es, el formado por el rayo AE con la normal EN al espejo en el punto E ; y β el de incidencia Een en el segundo espejo. Entonces el triángulo EeC , en el cual 2α es el ángulo externo, da la ecuación:

$$C = 2\alpha - 2\beta$$

Por la misma razón el triángulo EeD , en que el ángulo externo es igual á $90^\circ - \beta$, suministra esta otra:

$$D = \alpha - \beta$$

y por consiguiente resulta: $C = 2D$.

En virtud de este principio, si se coloca la vista en un punto cualquiera de eC , se verá la imagen refleja del punto A como si el rayo luminoso viniera de otro punto B situado en la prolongación de Ce ; ó en otros términos, el objeto A , visto por la doble reflexión, estaría en coincidencia con otro objeto B , visto directamente. Si, pues, de alguna manera se logra ver directamente la señal B , á la vez que A por reflexión, y se consigue medir el ángulo de los espejos cuando se haya establecido la coincidencia de ambas señales, el doble de este será el que forman los objetos.

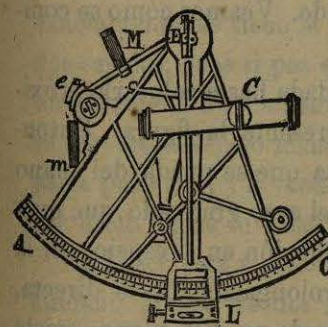


FIG. 44A

La primera de estas condiciones se ha llenado dejando sin platear ó sin estañar una parte del cristal de que está formado el espejo e , de modo que, al través de la mitad diáfana, puedan verse los objetos situados en la dirección BC ; y la segunda haciendo que el espejo E se mueva con una alidada sobre un arco graduado, como lo indica la figura 44^a, que representa el sextante. El arco OA , que comunmente es de 60° á 70° , está dividido doblemente, quiere decir, de 120° á 140° , con el fin de que las lecturas suministren desde luego el ángulo de los objetos, doble del de los

espejos. En el centro del arco está fijo, en la alidada EL , el espejo E , llamado espejo mayor, y por consiguiente se mueve con ella; mientras que el espejo menor e , fijo al limbo, no tiene más que el pequeño movimiento necesario para comprobar y corregir su posición, como se dirá después. Un telescopio cuyo eje es paralelo al plano del limbo, y al cual está unido por medio de un collar C , recibe las imágenes del objeto que se ve directamente al través de la parte superior del espejo menor, que no está estañada, y del que se ve después de la primera reflexión en el espejo mayor, y de la segunda en la mitad inferior del espejo e . En la parte posterior del limbo hay un mango de madera por el cual se toma el instrumento para servirse de él, pues por lo regular no se fija en un apoyo, sino que se tiene en la mano.

162.—Para que el sextante dé con precisión el ángulo de dos objetos, es necesario: 1º que su limbo sea paralelo al plano en que se verifica la doble reflexión; pero como este plano es perpendicular al de los espejos, resulta que estos deben ser exactamente perpendiculares al plano del limbo; 2º, que el cero O de la graduación se halle en la dirección del radio EO , en la cual son paralelos los planos de ambos espejos, puesto que sólo en ese caso formarán un ángulo nulo; 3º, que la línea de colimación del telescopio sea también paralela al plano de la reflexión, ó sea al del limbo; 4º, que la alidada gire precisamente en el centro del arco graduado. Veamos cómo se comprueban estas condiciones principales.

La primera se examina moviendo la alidada hasta colocarla próximamente en medio del arco, como la representa la figura. Entonces, si se sitúa la vista en E , lo más cerca que se pueda del plano del limbo, se verá directamente la parte del arco graduado que queda hacia el extremo A , y la misma por reflexión en el espejo. Si la imagen refleja se ve exactamente en la prolongación de la directa, de manera que ambas presenten el aspecto de un solo plano, existe la perpendicularidad entre el espejo mayor y el limbo; pero de lo contrario, será preciso mover el primero por medio de los tornillos que fijan su armadura metálica á la placa de la alidada, hasta conseguir la coincidencia de los dos arcos directo y reflejo. Como por lo

general los fabricantes hacen esta rectificación bastante bien, suele suceder que el espejo esté desprovisto del pequeño movimiento necesario para corregir su posición; en tal caso, si se le nota algún ligero error, lo que debe hacerse es introducir entre su armadura y la alidada una hoja de papel más ó menos grueso, según la magnitud del error; colocándola del lado anterior ó del posterior del espejo, según el sentido en que convenga moverlo, y volviendo en seguida á apretar los tornillos. Se estima que la vista puede apreciar muy bien una inclinación de 3' á 4' del plano ó arco reflejo respecto del directo; y como un error que no exceda de esta cantidad no tiene influencia sensible en la medida de los ángulos, se deduce que el método de comprobación indicado suministra siempre la precisión necesaria si se practica con esmero.

163.—Una vez corregido el espejo mayor, si hacemos de manera que el menor le sea paralelo en una posición cualquiera, habremos conseguido colocar también su plano perpendicular al del limbo. Con este fin se dirige el telescopio á un objeto muy distante, ó mejor á una estrella pequeña; y luego que se tiene en el campo su imagen directa, se lleva la alidada hacia el cero O de la graduación. Entonces se presentará en el campo del anteojo otra imagen del mismo objeto, que es la que proviene de la doble reflexión; y si en el movimiento de la alidada, las dos imágenes llegan á sobreponerse exactamente, se tiene la prueba de que existe el paralelismo de los dos espejos; mas si por el contrario, la imagen refleja se ve pasar á un lado de la directa, sin que pueda conseguirse su superposición, se moverá el espejo menor por medio de un tornillo colocado en su parte posterior, y á veces debajo del limbo; y se repetirán las pruebas hasta lograr la exacta coincidencia de ambas imágenes.

Al hacer esta y otras comprobaciones análogas, es preciso tener cuidado de que las dos imágenes se vean con la misma intensidad. Esto se consigue subiendo á bajando el anteojo, esto es, alejándolo ó acercándolo al plano del limbo, por medio de un tornillo que hace variar la distancia del collar del telescopio al limbo, sin alterar el paralelismo del eje de colimación y de este plano. En virtud de este movimiento, resulta en efecto que el objetivo del anteojo recibirá

mayor cantidad de rayos reflejos si es pequeña su distancia al limbo; porque la parte diáfana del espejo menor, por la cual recibe los rayos directos, comienza á cierta altura respecto del limbo. Por el contrario, si se aleja el telescopio de este plano, será mayor la cantidad de rayos que reciba de la imagen directa, la cual, por consiguiente, se verá más brillante que la refleja. Dando, pues, al collar del anteojo, la posición conveniente, lo que es muy fácil después de dos ó tres ensayos, se presentarán las dos imágenes sensiblemente con la misma intensidad.

164.—Luego que se tiene seguridad de que ambos espejos son perpendiculares al limbo, se examina si el vernier de la alidada señala exactamente el cero de la graduación cuando se hacen coincidir las dos imágenes de un mismo objeto, por ser esta la posición en que son paralelos los planos de los espejos. Generalmente sucederá que al sobreponer las dos imágenes de una estrella, por ejemplo, moviendo al efecto el tornillo de aproximación de la alidada hasta lograr su exacta coincidencia, el vernier en vez de indicar precisamente 0° , señalará cierta lectura e_0 ; mas como la posición que entonces ocupa la alidada corresponde al paralelismo de los espejos, se infiere que el cero ú origen de la graduación debería hallarse en el punto e_0 , y esta lectura representará por consiguiente, el *error inicial* ó bien *el error del cero*, como se le llama comunmente. En algunos sextantes puede hacerse desaparecer ese error, porque están provistos del mecanismo necesario para comunicar pequeños movimientos al espejo menor al derredor de una línea perpendicular al limbo; y entonces lo que debe hacerse es poner en coincidencia el cero de la alidada con el de la graduación, y observando la estrella, mover el espejo menor hasta que se confundan las dos imágenes. Otros sextantes no tienen ese mecanismo, que en realidad no es necesario; porque una vez hallado el valor de e_0 , se aplica como corrección á todos los ángulos que se midan. Por otra parte, aun cuando se destruya de pronto el error, no permanece nulo por mucho tiempo; y no es raro que en el curso de una sola serie de observaciones varíe sensiblemente de valor, lo cual se nota cuando se determina al comenzar y al terminar la serie, que es lo más conveniente en todos casos.

Siendo, pues, e_0 el error inicial, y G la indicación del sextante cuando se mide con él un ángulo cualquiera, el arco verdadero será $G - e_0$. Debe advertirse que la graduación del limbo se prolonga un poco hacia la parte opuesta á la numeración creciente; porque puede suceder que el paralelismo de los espejos corresponda á algún punto de ese arco adicional, en cuyo caso el valor de e_0 se considerará como negativo, y el ángulo correcto será $G + e_0$.⁽¹⁾ También conviene advertir que cuando tal cosa suceda, debe tenerse cuidado de hacer la lectura con el vernier en sentido opuesto, quiere decir, tomando su última división por primera, la penúltima por segunda, etc. Así, por ejemplo, si el instrumento da una aproximación de 10° , el vernier estará generalmente numerado de 0 á 10; y entonces, en la cifra 10 se supondrá 0, en la 8 se supondrá 2, etc.

Con el fin de obtener el valor de e_0 sensiblemente independiente de los pequeños errores de observación, deben hacerse varias lecturas correspondientes á otras tantas coincidencias, y adoptar el término medio, como en el ejemplo siguiente, que se refiere á observaciones de distintas estrellas de segunda ó tercera magnitud:

$$\begin{array}{r} 1' 55'' \\ 1 \ 50 \\ 2 \ 00 \\ 1 \ 55 \\ 2 \ 5 \\ \hline e_0 = 1' 57''.0 \end{array}$$

Ottenidas estas lecturas en la parte positiva del arco, el ángulo correspondiente á cualquiera indicación G del instrumento, será: $G - 1' 57''$.

El error inicial se determina también por medio del sol, midiendo

⁽¹⁾ Muchas veces se representa algebraicamente el ángulo correcto por la expresión general $G + e_0$ atribuyendo á e_0 el signo positivo cuando el paralelismo de los espejos corresponda á un punto del arco adicional ó negativo, y así lo he representado en mis "*Nuevos Métodos Astronómicos*;" pero se comprende que ambas formas de la expresión dan resultados necesariamente idénticos cuando se aplican atribuyendo á e_0 el signo que le corresponda de acuerdo con la convención que se haya establecido.

con el sextante su semidiámetro, por ser esta operación susceptible de más exactitud que la superposición de las dos imágenes de su limbo. A este fin, dirigiendo el telescopio hacia ese astro, se mueve la alidada con el tornillo de aproximación hasta que la imagen refleja se ponga en contacto con la directa, tanto hacia un lado como hacia el otro de ésta, y leyendo las dos indicaciones, cuyo término medio da el valor de e_0 . En efecto, puesto que al coincidir los centros la lectura sería e_0 , cuando los bordes están en contacto, los centros distarán $2s$, siendo s el semidiámetro del sol, y las dos lecturas serán, en consecuencia:

$$e_0 + 2s = g_1$$

$$e_0 - 2s = g_2$$

de donde resulta:

$$e_0 = \frac{1}{2}(g_1 + g_2)$$

$$s = \frac{1}{4}(g_1 - g_2)$$

Tomemos por ejemplo las siguientes observaciones del sol, hechas con el mismo sextante á que se refiere el anterior:

+ 33' 45"	- 29' 50"
+ 33' 45	- 29' 40
+ 33' 40	- 29' 40
+ 33' 40	- 29' 45
+ 33' 42".5	- 29' 43".7
$e_0 = + \frac{3' 58".8}{2} = + 1' 59".4$	$s = \frac{63' 26".2}{4} = 15' 51".5$

Las cuatro lecturas positivas se obtuvieron estableciendo el contacto del borde inferior de la imagen refleja con el superior de la directa, tales como se veían al través del telescopio; y las negativas, obtenidas en el arco de exceso, provinieron de los contactos del limbo superior de la refleja con el inferior de la imagen directa.

Aunque la concordancia del semidiámetro obtenido por la obser-

vación, con el que suministran las efemérides del sol, no constituya en realidad una verdadera prueba de la exactitud con que se haya determinado el error inicial, da sin embargo una fuerte presunción en su favor. En el caso que consideramos, el semidiámetro tabular era $15' 52".4$ el día de la observación, que concuerda bastante bien con el que suministró la medida. Siempre que al determinar el error por este método, esté el sol poco elevado sobre el horizonte, debe hacerse uso del semidiámetro horizontal; porque los dos bordes del vertical, diversamente afectados por la refracción, darán al disco una apariencia algo elíptica. En consecuencia, teniendo hacia arriba el limbo del sextante, se establecerán los contactos de los limbos laterales de las imágenes, en lugar de establecer los de los bordes superior é inferior, con el sextante vertical. Debe también advertirse que en toda clase de observaciones solares se usan los helioscopios M y m , que se colocan delante de ambos espejos y que sirven para mitigar la intensidad de la luz. Por lo común, el sextante tiene varios de estos helioscopios de diversos colores, y se combinan dos ó más con el fin de obtener cada una de las imágenes del color y de la intensidad que se desee, procurando que sean tales que no fatiguen la vista, tanto por el mal que puede causar una luz demasiado viva, como por la mayor precisión con que pueden establecerse los contactos. Más bien que hacer uso de esos helioscopios, es conveniente servirse de uno sólo colocado delante del ocular del anteojo; porque si existe algún defecto en los que están delante de los espejos, afectará ese defecto á una sola de las imágenes, haciéndolas acaso aparecer en contacto cuando no lo están realmente. No sucede lo mismo con el helioscopio ocular cuyo error, si existe, afecta por igual á las dos imágenes y en consecuencia no altera su situación relativa.

165.—Expliquemos ahora el modo de comprobar el paralelismo del telescopio y del limbo. Como lo que se observa con el sextante no es la coincidencia de las señales con la línea de colimación, sino el contacto de las imágenes, su telescopio no tiene retícula, y está provisto únicamente de dos hilos paralelos, cuyo objeto es sólo el de marcar con alguna aproximación el centro del campo, que es el lugar en donde deben observarse los contactos. Así, pues, la línea de

colimación será la que une el centro óptico del objetivo con el medio del espacio que separa los hilos; y esta línea es la que ha de ser paralela al plano del sextante. Para cerciorarse de si existe ó no ese paralelismo, se coloca el instrumento horizontalmente, sobre una mesa, por ejemplo, y después de haber hecho girar el telescopio al alrededor de su eje hasta que los hilos queden próximamente paralelos al plano del limbo, se establece á la distancia de 6^m á 8^m por lo menos, una señal que pueda verse al través del anteojo y que se halle en la prolongación de aquel plano. En seguida se mide la distancia del limbo al centro del objetivo, y ésta se toma hacia arriba de la señal establecida. Si entonces se ve esta última en el telescopio, exactamente entre los dos hilos, existe el paralelismo; pero en el caso contrario se moverán los tornillos pequeños que tiene el collar del anteojo en su parte superior é inferior, y que le comunican movimiento en un plano perpendicular al del sextante, hasta que se vea la señal en el centro del campo.

Estas marcas pueden hacerse en una pared á la distancia indicada, dirigiendo una visual en el plano mismo del instrumento; pero es más exacto poner sobre el arco graduado dos cubos pequeños de madera ó de metal, cuya altura sea precisamente igual á la del centro del objetivo respecto del limbo, y entonces la visual dirigida por las caras superiores de esa especie de pínulas, determina desde luego una señal situada en un plano paralelo al del limbo, y que, por consiguiente, es la que debe verse á la mitad de la distancia de los hilos. Algunos sextantes están provistos de dos láminas metálicas del tamaño conveniente para que, colocadas sobre el arco, den una visual paralela al limbo y á la misma altura que el anteojo, el cual, por otra parte puede acercarse más ó menos á ese plano, según he dicho al hablar de la intensidad de las imágenes. Se estima que cuando el ángulo formado por el telescopio con el limbo, no excede de 6' á 8', no produce error sensible en los ángulos observados con el sextante; y para alcanzar ese grado de aproximación al tratar de nulificar el error, basta evidentemente que la marca no se desvíe de la visual paralela al limbo una cantidad superior 0.002 de la distancia, ó sea 0^m.02 por 10^m, lo cual siempre me parece fácil. Después de explicar

el manejo del sextante veremos otro medio de comprobar el paralelismo de su plano con la línea de colimación.

166.—El error más influente del sextante proviene de su excentricidad, esto es, de la falta de coincidencia exacta que puede existir entre el centro del movimiento de la alidada y el centro de la graduación; coincidencia que se juzga muy difícil de lograr, á no ser por efecto de la casualidad; y como el arco limitado del instrumento no permite más que el uso de un vernier, no es posible eliminar el efecto de la excentricidad por medio de dos ó más lecturas, como sucede en todos los demás goniómetros.

El método más sencillo de hallar el error que por esta causa tenga un sextante, consiste en comparar sus medidas angulares con las que suministre un buen teodolito. A este fin se coloca el sextante en una mesa ó en un tripié, y se miden con él los ángulos que formen entre sí varios objetos muy distantes y situados cerca del horizonte, á fin de que puedan verse en medio del campo en la posición que guarda el instrumento. Los mismos ángulos se miden después con el teodolito, y las diferencias que se encuentren entre los resultados se considerarán como otras tantas correcciones correspondientes á las respectivas lecturas del sextante, con las cuales se formará una tabla que por interpolación permita hallar las correcciones para cualquiera lectura del instrumento. Cinco ó seis ángulos que abracen todo el arco del sextante son por lo general suficientes.

Conviene indicar aquí que las correcciones determinadas de esta manera corresponden en rigor al punto de la graduación en que se lea la coincidencia de una de sus divisiones con otra del vernier, y no al punto del limbo que correspondería al ángulo obtenido, el cual puede distar mucho del primero. Supongamos, por ejemplo, que la lectura suministre el ángulo 25° 19' 40" en un sextante que dé una aproximación de 10". Estando dividido el grado en 6 partes, es claro que directamente no pudo apreciarse más que el arco 25° 10', y que el vernier proporcionó la fracción restante 9' 40"; pero como la coincidencia de cada división del vernier con una del limbo hace avanzar 10' el punto en que ambas parecen formar una sola línea, resulta que por cada minuto obtenido con el vernier, el punto de

coincidencia adelantará 1° . Según esto, la lectura de $9' 40''$ hecha con el vernier, supone la coincidencia de las divisiones en un punto que dista $9^\circ 40'$ de la graduación obtenida directamente en el limbo, y en consecuencia, será el que corresponde á la división..... $25^\circ 10' + 9^\circ 40' = 34^\circ 50'$. Así, pues, si al comparar los ángulos del sextante con los que dé el teodolito, se halla que cuando el primero indica, por ejemplo, $25^\circ 19' 40''$, el segundo da $25^\circ 19' 40'' + s$, deberá considerarse que la corrección del sextante es de $+s$ segundos en el punto $34^\circ 50'$ de su graduación, que en el que se verificó la coincidencia con el vernier.

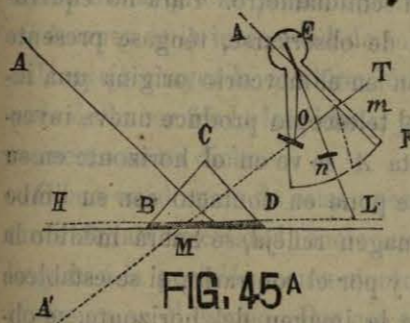
Se comprende que no es preciso, al hacer la lectura de cada ángulo, anotar también el punto de coincidencia; porque puede deducirse después como lo hemos hecho, esto es, convirtiendo en grados y minutos respectivamente los minutos y segundos obtenidos con el vernier y sumando este arco con la indicación directa del limbo. Es claro, por otra parte, que esta regla sólo es aplicable al caso que he considerado; pero fácilmente se encontrarán reglas análogas cuando sea diversa la aproximación que dé un sextante á causa de estar dividido de otra manera.

Más adelante se explicarán otros medios de determinar las correcciones de la graduación originadas por el pequeño error de excentricidad que casi siempre tienen los sextantes; y sólo añadiré en este lugar que cuando se miden con estos instrumentos los ángulos formados por objetos terrestres, produce algún error la distancia que necesariamente existe del eje del telescopio al centro de la graduación. Este error no es otra cosa más que el pequeño ángulo bajo el cual se vería aquella distancia desde la señal; y por consiguiente, sólo tiene valor apreciable cuando se observan objetos muy inmediatos. Si las señales distan 6 ó 7 kilómetros por lo menos, puede suponerse el error sensiblemente nulo; pero si están más cercanas, lo que debe hacerse es eliminarlo determinando por medio de ellas, la corrección inicial, pues afectada ésta del mismo error, suministra el ángulo verdadero al aplicarla á las lecturas obtenidas. Este método es el que, por tanto, conviene adoptar al comparar las medidas angulares del sextante con las del teodolito.

167.—Puede emplearse el sextante para medir un arco celeste cualquiera; pero se usa con más frecuencia para la medida de las alturas angulares de los astros sobre el horizonte, pues aunque suele aplicarse también á la de los ángulos azimutales, tiene el inconveniente de demandar el auxilio del cálculo para reducirlos al horizonte, en atención á que sólo da directamente las distancias angulares en el plano de los objetos.

Para medir con el sextante la altura de un astro, se hace uso del *horizonte artificial*, que consiste en un receptáculo pequeño M (fig. 45^a) de hierro ó de madera, lleno de un líquido que por lo general es el mercurio, por ser uno de los mejores reflectores. El receptáculo es comunmente rectangular, de $0^m.08$ á $0^m.10$ por $0^m.06$ á $0^m.07$, y se cubre con una pieza metálica BCD , terminada por dos láminas RC y CD , de vidrio, con el objeto de impedir que la superficie del mercurio se mueva por la acción del viento, así como preservarla del polvo ú otros cuerpos extraños. Al través de esas láminas se hacen las observaciones, por lo cual es de mucha importancia que las dos caras de cada una sean exactamente paralelas, pues de lo contrario desviarían la dirección de los rayos luminosos.

Siendo MA la dirección en que se ve un astro A , su altura angular será AMH . El rayo luminoso AM que emite el astro, se reflejará en la superficie del mercurio, de manera que colocando la vista en T , lo veremos por reflexión en A' , quiere decir, deprimido respecto del horizonte una cantidad angular $HMA' = AMH$; de donde resulta que el ángulo MAA' es doble de su altura. Este ángulo es el que se mide con el sextante; á este fin, teniendo el instrumento de modo que su limbo quede vertical, se dirige el telescopio al horizonte M para ver directamente la imagen A' del astro, y en seguida se mueve la alidada hasta que se vea en coincidencia con A' la ima-

FIG. 45^A

gen del mismo astro A , después de sufrir la doble reflexión en los dos espejos del sextante. La indicación de éste, corregida por el error inicial, el de excentricidad, etc., dará la doble altura AmA' ó AMA' , pues es claro que MA y mA son paralelas por ser nula la pequeña distancia Mm respecto de la del astro.

Siempre que se observa de este modo una estrella ó un planeta de disco muy pequeño, se hace coincidir su imagen A' vista directamente en el horizonte, con la reflejada por los espejos; pero cuando se trata de un astro de disco considerable, como el sol y la luna, es más exacto poner en contacto uno de los bordes de A' con otro de A , de suerte que lo que se mide realmente es la altura angular de un limbo del astro, de la cual se deduce en seguida la del centro por la adición ó la substracción del semidiámetro. Para no equivocarse respecto del borde que haya de observarse, téngase presente que como por una parte la reflexión en el mercurio origina una inversión en los objetos, y por otra el telescopio produce nueva inversión, resulta que la imagen directa A' se ve en el horizonte en su posición natural, de modo que si se pone en contacto con su limbo inferior el borde superior de la imagen refleja, se habrá medido la doble altura del inferior del astro; y por el contrario, si se establece el contacto en la parte superior de la imagen del horizonte, se obtendrá la doble altura del limbo superior del astro.

Mientras no se adquiere alguna práctica, es algo difícil ver á la vez la imagen refleja y la del horizonte, ya sea porque no pueda estimarse con suficiente aproximación la cantidad angular que debe moverse la alidada según la altura del astro, ya sea porque no se conserve vertical el plano del sextante. Para vencer esas primeras dificultades, conviene proceder de esta manera: colocándose delante del horizonte en la posición propia para ver la imagen reflejada en el mercurio, se eleva el sextante hacia el astro con la alidada en cero próximamente. Entonces se verán directamente las dos imágenes, y si se mueve la alidada en el sentido de la numeración creciente del limbo, se irá separando la imagen refleja de la directa, de manera que para conservarla en el campo del telescopio, será preciso ir bajando gradualmente el sextante hacia el horizonte. Continuando así el movi-

miento lento é igual de la alidada y de todo el instrumento, se llegará á tener dirigido el telescopio al horizonte, en cuyo caso, sin que haya salido del campo la imagen refleja se verá también directamente la del mercurio. Una vez que estén inmediatas ambas imágenes, se fija la alidada con el tornillo de presión y se establece exactamente el contacto con el de aproximación.

Las observaciones de astros muy luminosos, especialmente del sol, no ofrecen tanta dificultad, y en todo caso se hallan pronto las imágenes mirando directamente la del mercurio con el juego de helioscopios que se crea conveniente colocar delante del espejo menor. En seguida, colocando delante del mayor uno sólo de los helioscopios más claros, se mueve la alidada sin dejar de ver la imagen del horizonte hasta que se presente la refleja, lo cual es entonces muy fácil á causa de la intensidad de su luz. Hecho esto se pone delante del espejo mayor la combinación conveniente de helioscopios, después de haber fijado la alidada, y se procede á establecer los contactos como se ha dicho.

Como en el curso de estas operaciones puede desviarse algo el sextante de la verticalidad, suele suceder que aunque la alidada haya llegado á la posición conveniente, no se vean desde luego las dos imágenes en el campo. Por eso conviene siempre hacer oscilar ligeramente el instrumento al derredor del eje del telescopio como eje de movimiento, ó sea al derredor de la visual dirigida á la imagen del horizonte. Ejecutando simultáneamente estos movimientos, quiere decir, el de la alidada y el de oscilación, sin dejar de ver la imagen directa del horizonte, se adquiere muy pronto la práctica necesaria para hallar inmediatamente las dos imágenes.

168.—Cuando la estrella que va á observarse está cerca de otra ú otras que tengan casi el mismo brillo, es fácil confundirlas tomando la imagen directa de una en el horizonte y la refleja de otra. Para evitar este inconveniente, así como también para no tener dificultad alguna en hacer que se presenten en el campo las dos imágenes de la misma estrella, puede hacerse uso de un nivel pequeño colocado en la alidada, y formando con ésta un ángulo igual al que forma el eje del telescopio con el radio que pasa por el cero de la graduación.