mera señal A con el movimiento del círculo, el punto a' se trasladará á a'' siendo $a'\,a'' = a\,a' = a\,b$, y si se fija el limbo y se lleva el anteojo sólo á B, el arco $a''\,a'\,a\,b$, será triple de $A\,C\,B$. De este modo se continúa repitiendo la medida cuantas veces se quiera para obtener el cuádruplo, el quíntuplo, etc., del ángulo, llevando el anteojo superior á las señales de la izquierda y la derecha, valiéndose alternativamente del movimiento general del instrumento y del particular del anteojo; pero teniendo presente para comenzar, la dirección de la numeración, según dijimos, á fin de que los nonius recorran las divisiones en el sentido de los números. Si se designa en general por g la indicación del vernier al principio de la serie, por G la que señala al fin de ella, llevando en cuenta el número de circunferencias enteras recorridas, y por n el número de repeticiones, el ángulo final será:

$$a = \frac{G - g}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(1)}$$

Supongamos que en lugar del *cero*, el vernier indicaba al principio: $g = 32°\,19'\,20''$, y que después de 10 observaciones señale 219° 31′ 50″ habiendo recorrido una circunferencia, se tendrá:

$$a = \frac{579°\,31'\,50'' - 32°\,19'\,20''}{10} = \frac{547°\,12'\,30''}{10} = 54°\,43'\,15''.0$$

Para conocer el número de circunferencias enteras que ha recorrido la alidada, es conveniente leer el ángulo aproximativo al terminar la primera observación, pues es claro que multiplicando su valor por el número de repeticiones se tendrá el arco total.

50. Hay otro modo de repetir los ángulos, que se llama por *observaciones conjugadas*, y es este: puesto el instrumento en *cero*, ó en general en la graduación g, se mueve toda su parte superior hasta que el anteojo coincida con la señal A (fig. 20ª), y se lleva el inferior á la otra B, donde se fija el limbo: en seguida se mueve todo el círculo hasta que el mismo anteojo inferior coincida con la primera señal A,

siendo entonces evidente que el superior se transportará al punto a', describiendo un arco $a\,a' = a\,b$; y si se lleva á B, después de fijado el limbo, el arco que recorra será igual al doble del ángulo por medir. En esta primera parte de la operación, quedó el anteojo inferior en a y el superior en b; para proseguir, se mueve todo el limbo, sin tocar los anteojos, hasta que el superior se coloque en a, con lo que el punto de partida que estaba en a' pasará á a''. Fijado el círculo, se lleva el anteojo inferior á coincidir con B, y se une al limbo: después se vuelve á mover éste hasta que el anteojo inferior coincida con A, con lo que el punto de partida se trasladará á a''' y el anteojo superior á a''. Por último, se lleva otra vez el anteojo superior sólo á B y habrá vuelto á recorrer el arco $a'\,b$, que es doble del ángulo, y de consiguiente el ángulo total que señale el vernier será: $a'''\,a''\,a'\,a\,b$ que es cuádruplo de $A\,C\,B$. Prosiguiendo así se obtendrá el séxtuplo, el óctuplo, etc., del mismo ángulo, de manera que si, en este método de repetición, se designa por n el número de veces que se dirige el anteojo superior á la segunda señal B, el ángulo final será: $a = \frac{G - g}{2n}$.

En este segundo método, la excentricidad del anteojo inferior ocasiona un pequeño error, que disminuye al paso que crecen los lados de los triángulos, y tanto por este inconveniente, como por la complicación de los movimientos del limbo y de los anteojos, daremos la preferencia al primero, puesto que en él no se emplea el anteojo inferior más que para denunciar y corregir las pequeñas variaciones irregulares.

51. La graduación del punto de partida que he designado por g, es enteramente arbitraria, aunque por lo común se pone en *cero* uno de los nonius; mas como raras veces están éstos en una posición exactamente rectangular, y se mueven precisamente en el centro del círculo, debe tomarse por g, el término medio de las indicaciones de todos ellos, haciendo abstracción del número de cuadrantes. Lo mismo decimos con respecto á G; pero teniendo presente que se deben tomar los *grados* que señala el vernier que se puso en *cero*. Para mayor claridad supongamos que estando numerados los nonius, se hizo coincidir el primero con el *cero* del limbo: que entonces el segundo

indicaba 89° 59′ 50″: el tercero 180° 00′ 20″ y el cuarto á 269° 59′ 40″. Se tendrán estas indicaciones:

Vernier núm.	I	00″
„ „	II	− 10
„ „	III	+ 20
„ „	IV	− 20
	Suma	= − 10″
	g	= − 2″5

Si después de seis repeticiones se tuviese:

Núm. I	360° + 13° 27′ 10″
„ II	„ „ 10
„ III	„ „ 20
„ IV	„ „ 00
Resultaría:	$G = 373° 27' 10''$

y el ángulo definitivo sería:

$$a = \frac{373° 27' 10'' + 2''5}{6} = 62° 14' 32'' A$$

Es claro que esto equivale á suponer un vernier medio cuyas indicaciones son los promedios de las de todos ellos. La cantidad g que designa el punto de partida, se llama *error del cero* ó *error del índice*.

52. Hemos dicho al principio que en el levantamiento de planos se buscan las proyecciones de todos los puntos; y de consiguiente los ángulos que da el círculo repetidor, estando situados en distintos planos, no son los que se emplean inmediatamente, sino que antes es necesario reducirlos al horizonte, esto es, determinar el ángulo que forman entre sí las proyecciones horizontales de los lados. Para hacer estas reducciones, es necesario conocer otro elemento que enseñaremos á obtener.

Se llama *distancia zenital* de un punto el ángulo que este forma con la *vertical* del lugar de observación, que es la línea perpendicular al horizonte, y cuyo extremo superior se llama *zenit*. La distancia zeni-

tal es complemento de la *altura*, que es el ángulo que forma con el horizonte la visual dirigida á un objeto.

Para medir la distancia zenital de un punto se coloca verticalmente el limbo del instrumento con toda la precisión que se indicó en el núm. 46, y se establecen los nonius en el punto de partida g. Para comenzar se lleva la cara graduada del instrumento á la izquierda si la numeración va de izquierda á derecha, ó bien al contrario, si va en sentido opuesto, y se establece el círculo poco más ó menos en el plano vertical que pasa por el objeto haciéndolo girar al derredor de la columna. En seguida se comunica al limbo su movimiento rotatorio al derredor de su centro, de manera que con el anteojo superior se descubra la señal A (fig. 21ª), y después de establecida la coincidencia entre ella y la intersección de los hilos, valiéndose del tornillo de aproximación del limbo, se hace girar todo el instrumento 180° al derredor de la columna vertical, de suerte que el anteojo Ca, describiendo una superficie cónica, cuyo eje es la vertical CZ, se vendrá á colocar en Ca' siendo $oa = oa'$; luego si se vuelve á dirigir el anteojo á la señal A en virtud de su movimiento independiente, el sistema de los nonius describirá un arco a' Ca que es doble de la distancia zenital ZCA. Para repetir las observaciones se vuelve á llevar la cara graduada á la izquierda, y sin tocar el anteojo se hace girar el círculo al derredor de su centro hasta volver á descubrir la señal: entonces el movimiento angular de todo el limbo es igual de nuevo al doble de la distancia zenital, de modo que el índice se transportará á a'', y si se lleva otra vez la graduación á la derecha y se dirige el anteojo sólo á la señal, el arco $a\,o\,a'\,a''$ será cuádruplo de la distancia zenital que se busca. Se prosigue así cuantas veces se quiera, haciendo girar todo el instrumento al derredor de la columna en cada una de las observaciones, y llevando el anteojo á la señal, valiéndose alternativamente del movimiento del limbo y del particular del anteojo. Se debe comenzar por el primero de estos movimientos y terminar por el segundo. Por consiguiente, si se de-

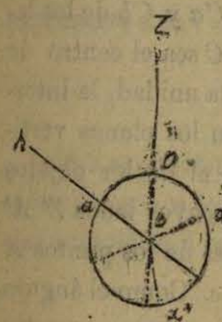

Fig.ª 21ª

signa por n el número de veces que se dirige el anteojo al objeto, ya sea solo, ya unido al limbo, y se conservan las anotaciones del núm. 49, se tendrá por último la distancia zenital:

$$z = \frac{G - g}{n}$$

Debemos advertir que el ángulo z, tal como resulta de la observación, está afectado de un pequeño error de que hablaremos en la Nivelación, y que se llama *error de refracción.*

53. Sea ahora CZ (fig. 22ª) la vertical de la estación C desde donde se ha medido el ángulo $ACB = c$ que forman dos puntos A y B, y propongámonos determinar el ángulo horizontal aCb que forman las proyecciones Ca y Cb de los lados. Si suponemos que C sea el centro de una esfera cuyo radio es la unidad, la intersección de esta esfera con los planos verticales ZCA, ZCB y con el de los objetos ACB, determinará un triángulo esférico $Z' A' B'$, cuyos lados $Z' A'$ y $Z' B'$ son respectivamente las distancias zenitales de los puntos A y B, y el tercero $A' B'$ es igual al ángulo medido c. Como el ángulo Z' es el mismo que forman los planos verticales que pasan por A y B, y que es igual á $aCb = C$, todo el problema queda reducido á calcular un ángulo conociendo los tres lados del triángulo esférico. Si designamos por z y z' las distancias zenitales de A y B, las fórmulas usuales para el caso son:

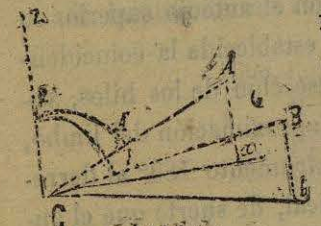

Fig.ª 22ª

$$m = \frac{c + z + z'}{2} \qquad \text{sen.}\ \tfrac{1}{2}\, C = \sqrt{\frac{\text{sen.}\,(m - z)\ \text{sen.}\,(m - z')}{\text{sen.}\ z\ \text{sen.}\ z'}}$$

Supongamos que se tengan los datos siguientes:

$c = 61^\circ\ 11'\ 20''$	sen. $(m - z)$ 9.7272276	
$z = 88\ \ 19\ \ 10$	sen. $(m - z')$........ 9.6847345	
$z' = 91\ \ 37\ \ 50$	sen. z .... —9.9998132	
$2m = 241\ \ \ 8\ \ 20$	sen. z'................ —9.9998241	
$m = 120^\circ\ 34'\ 10''$	sen.$^2\ \frac{1}{2}\,C$............ 9.4123248	$\frac{1}{2}\,C = 30^\circ\ 33'\ 14''.2$
	sen. $\frac{1}{2}\,C$............ 9.7061624	$C = 61^\circ\ \ 6'\ 28''.4$
$m - z = 32^\circ\ 15'\ 00''$		
$m - z' = 28\ \ 56\ \ 20$		

Como por lo regular las visuales dirigidas á los objetos están muy poco inclinadas respecto del horizonte, las distancias zenitales z y z' se aproximan mucho á 90°, y el cálculo de la fórmula no da el ángulo reducido con toda la precisión que es de desearse, por lo menos cuando se emplean logaritmos de siete decimales. Vamos á dar otra fórmula que no presenta este inconveniente.

El triángulo $A' B' Z'$ da esta relación:

$$\cos.\ C = \frac{\cos.\ c - \cos.\ z \cos.\ z'}{\text{sen}\ z\ \text{sen}\ z'}$$

Si llamamos a y a' los ángulos de altura de los puntos A y B, tendremos: $z = 90^\circ - a$; $z' = 90^\circ - a'$; y la ecuación anterior puede expresarse así:

$$\cos.\ C = \frac{\cos.\ c - \text{sen.}\ a\ \text{sen.}\ a'}{\cos.\ a \cos.\ a'}$$

Como suponemos que a y a' son pequeños, sustituiremos por sus senos y cosenos los desarrollos de estas líneas, desechando las potencias superiores á la segunda, esto es, tomando sen. $a = a$, y

$$\cos.\ a = 1 - \tfrac{1}{2}\, a^2,$$

con lo que resulta:

$$\cos.\ C = \frac{\cos.\ c - a\,a'}{1 - \frac{1}{2}(a^2 + a'^2)}$$

Siendo el denominador poco diferente de 1, transportémosle al numerador tomando, como antes, sólo los términos de segundo orden, y obtendremos:

$$\cos.\ C = \cos.\ c - a\,a' + \tfrac{1}{2}(a^2 + a'^2) \cos.\ c$$

Multiplicando el término $a\,a'$ por la unidad bajo la forma de: $\text{sen.}^2\,\frac{1}{2}c + \cos.^2\,\frac{1}{2}c$, y sustituyendo en el último $\cos.^2\,\frac{1}{2}c - \text{sen.}^2\,\frac{1}{2}c$ en lugar de cos. c, resultará despues de sacar como factores comunes á $\text{sen.}^2\,\frac{1}{2}c$ y $\cos.^2\,\frac{1}{2}c$:

$$\cos.\ C = \cos.\ c - \tfrac{1}{2}(a + a')^2 \text{sen}^2\,\tfrac{1}{2}c + \tfrac{1}{2}(a - a')^2 \cos.^2\,\tfrac{1}{2}c \ldots\ldots (1)$$

Si llamamos ahora x la diferencia entre el ángulo observado y el reducido se tiene: $C = c + x$; y $\cos. C = \cos. c \cos. x - \text{sen.}\, c\, \text{sen.}\, x$. Pero atendiendo á que x es siempre muy pequeño, tomaremos el arco por el seno y la unidad por el coseno, y entonces sustituyendo en la ecuación (1) se tendrá:

$$x\, \text{sen.}\, c = \tfrac{1}{2}(a+a')^2 \text{sen.}^2 \tfrac{1}{2} c - \tfrac{1}{2}(a-a')^2 \cos.^2 \tfrac{1}{2} c$$

Como $\text{sen.}\, c = 2\, \text{sen.}\, \tfrac{1}{2} c \cos. \tfrac{1}{2} c$ resultará despejando:

$$x = \left(\frac{a+a'}{2}\right)^2 \tan. \tfrac{1}{2} c - \left(\frac{a-a'}{2}\right)^2 \cot. \tfrac{1}{2} c$$

Los pequeños arcos x, a y a' expresan partes del radio, y para introducirlos en el cálculo por su número de segundos, será necesario multiplicarlos por sen. 1″, (Véase la nota del núm. 2) y abreviando se obtiene finalmente:

$$\left.\begin{array}{l} x = \left(\dfrac{a+a'}{2}\right)^2 \tan. \tfrac{1}{2} c\, \text{sen.}\, 1'' - \left(\dfrac{a-a'}{2}\right)^2 \cot. \tfrac{1}{2} c\, \text{sen.}\, 1'' \\ C = c + x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \ldots (2)$$

Deberá darse á los arcos a y a' el signo + ó el signo —, según que las distancias zenitales sean menores ó mayores que 90°. Apliquemos las ecuaciones al ejemplo anterior:

	$\tfrac{1}{2}(a+a')$ ... 1.95424	$\tfrac{1}{2}(a-a')$ ... 3.77525
$a = +\ 1°\ 40'\ 50''$	" ... 1.95424	" ... 3.77525
$a' = -\ 1°\ 37'\ 50''$		
$\tfrac{1}{2}(a+a) =\ 0°\ 01'\ 30'' =\ 90''$	tan. $\tfrac{1}{2} c$ 9.77178	cot. $\tfrac{1}{2} c$ 0.22822
$\tfrac{1}{2}(a-a') =\ 1°\ 39'\ 20'' = 5960''$	sen. 1″ 4.68557	sen. 1″ 4.68557
	0″.02 .... 8.36583	291″.27 ...... 2.46429
$\tfrac{1}{2} c = 30°\ 35'\ 40''$		
Primer término	0″.02	
Segundo término	— 291″.27	
	$x = -$ 291″.25	— 4′ 51″.2
		$c =$ 61 11 20 . 0
		$C =$ 61° 6′ 28″.8

Me he detenido en la descripción y uso del círculo repetidor, aunque hoy es ya poco usado en las triangulaciones, porque se emplea

todavía con mucha frecuencia en la medida de ángulos verticales, como veremos al tratar de la Nivelación.

54. El *teodolito repetidor* es el instrumento más á propósito para la medida de los ángulos, reuniendo á todas las ventajas del círculo, la de darlos ya reducidos al horizonte, y por consiguiente evita las operaciones y cálculos de que nos hemos ocupado en estos últimos párrafos. El teodolito se distingue esencialmente del círculo repetidor en que el anteojo superior está dotado de un movimiento perpendicular al plano del limbo, que se verifica al derredor de un eje paralelo á él; así es que, establecido el círculo en una posición horizontal, el anteojo se mueve en un plano vertical, de manera que cualesquiera que sean las alturas de los objetos observados, el sistema de los nonius describe siempre la proyección horizontal del ángulo que forman. El instrumento está provisto de los niveles y tornillos necesarios para rectificarlo, como veremos pronto.

55. Aunque el principio fundamental del teodolito es siempre el mismo, los constructores de instrumentos modifican más ó menos las diversas partes que lo constituyen, con el objeto de reunir la suavidad de los movimientos á la estabilidad, firmeza y precisión del conjunto. Por tanto, daré una ligera descripción de los teodolitos ingleses de la fábrica de Troughton y Simms, que son de los mejores, seguro de que será fácil, á la vista de cualquier otro comprender las funciones de cada una de las piezas que difieran de las de aquéllos.

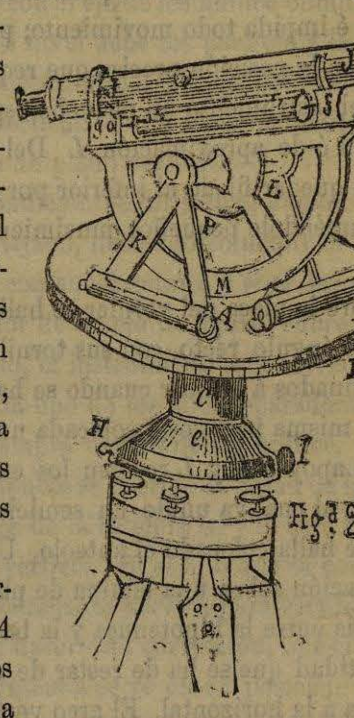

Fig.ª 23ª

El instrumento (fig. 23ª) está formado de dos placas circulares, A y B; la superior, A, que lleva los vernieres, gira libremente sobre la inferior, teniendo ambas un movimiento horizontal por medio del eje vertical C. Este eje está formado de dos piezas, una exterior y otra interior; á la primera está unido el limbo graduado B y á la segunda la placa de los vernieres, A. La forma de estas dos piezas es cónica, y se hallan perfectamente ajustadas la una dentro de la otra, teniendo al mismo tiempo un movimiento suave y fácil. El diámetro de la placa inferior es mayor que el de la superior, y tiene su borde abiselado, en el cual va la graduación sobre una lámina de plata: en dos puntos opuestos de la placa superior, ó en los extremos de un diámetro, se halla un pequeño espacio, a, también abiselado, formando con el borde de la placa inferior una superficie cónica continua, y cubierta de plata, en la cual están trazadas las divisiones del vernier.

Estos instrumentos están provistos de tres ó cuatro tornillos para nivelarlos, á fin de colocar el limbo en una posición horizontal.

El limbo inferior puede quedar fijo en una posición cualquiera, por medio del tornillo de presión H, que hace que el collar c abrace el eje é impida todo movimiento; pero para colocarlo con más exactitud en la posición precisa que requiera la observación, puede girar todo el instrumento un pequeño espacio, por medio del tornillo tangencial ó de aproximación I. Del mismo modo el limbo superior, puede quedar fijado al inferior por medio de un tornillo de presión, imprimiéndole pequeños movimientos con un tornillo de aproximación.

Sobre la placa del vernier se hallan colocados dos niveles, $d\,d$, formando ángulo recto, con sus tornillos propios para la rectificación, y destinados á indicar cuando se halla nivelado el limbo horizontal. En la misma placa está colocada una brújula pequeña.

Los apoyos K y L reciben los extremos ó muñones del eje horizontal, al cual va unido un semicírculo ó arco vertical M, sobre el cual se halla colocado el anteojo. Una cara del arco vertical lleva la graduación sobre una lámina de plata, y la otra cara muestra la diferencia entre la hipotenusa y la base de un triángulo rectángulo, ó la cantidad que se ha de restar de una distancia inclinada para reducirla á la horizontal. El arco vertical, que se mueve con el anteojo, puede quedar fijo en cualquiera posición, por medio de un tornillo de presión, y recorrer espacios pequeños por medio de uno de aproximación.

El telescopio descansa en dos collares ó anillos, de los cuales puede separarse para las rectificaciones, quitando los pequeños pasadores $j\,j$, Un nivel, que se ve en la figura debajo del anteojo, está unido á él por medio de una charnela en un extremo, y en el otro lleva un tornillo pequeño f que permite subirlo ó bajarlo hasta colocarlo paralelo al eje óptico del anteojo: el otro tornillo g que está en el extremo opuesto sirve para mover el nivel lateralmente, conservando el paralelismo en este sentido.

En el foco del ocular se halla la retícula, viéndose en la figura en m los tornillos que sirven para su rectificación. A veces los teodolitos tienen un telescopio inferior colocado debajo del limbo, y cuyo uso es análogo al del círculo repetidor.

56. El teodolito debe satisfacer á las condiciones siguientes: 1ª La línea de colimación debe coincidir con el eje de los anillos cilíndricos, en los cuales gira el anteojo. 2ª El nivel debe ser paralelo á la línea de colimación rectificada. 3ª El eje azimutal, ó el eje del limbo horizontal, debe ser perfectamente vertical. 4ª La línea de colimación ha de describir en su movimiento un plano vertical.

Para comprobar la primera condición se dirigirá el anteojo á un punto bien definido de un objeto lejano, haciendo coincidir la intersección de los hilos de la retícula con aquel punto, y si al dar al anteojo una vuelta completa alrededor de su eje de figura, cubre constantemente la intersección al punto, el instrumento está correcto; si no sucede así, deberá moverse cada uno de los hilos separadamente, haciendo girar el anteojo 180°, siempre dentro de sus anillos, hasta que el nivel se halle encima, y entonces se corrige la mitad de la desviación por medio de los tornillos de la retícula m, y la otra mitad por el de aproximación del arco vertical. Si el hilo que se corrigió fué el horizontal, una operación semejante servirá para rectificar el vertical. Debe tenerse presente al hacer esta corrección, que cuando el anteojo invierte los objetos, la retícula se ve en su posición natural, mientras que se verá invertida en un anteojo de combinación terrestre.

La segunda condición se comprueba quitando los pasadores jj, y abriendo los anillos del anteojo; después se mueve el círculo vertical por medio del tornillo de aproximación P, hasta que la burbuja del nivel unido al anteojo se encuentre en el medio del tubo. Entonces se desmonta el anteojo y se cambia extremo por extremo, observando si la burbuja vuelve á su posición primitiva; y si no fuere así, sino que se haya dirigido hacia uno de los extremos del tubo, se notará la cantidad que se ha desviado, y se corregirá la mitad de la desviación por medio del tornillo del nivel f, y la otra mitad por el tangencial P. Debe repetirse la operación hasta que la corrección sea perfecta, y para conseguirlo se ha de mover también el nivel lateralmente, observando si la burbuja permanece en el centro del tubo, y en el caso de que se desvíe, se corregirá moviendo los tornillos laterales g.

Para colocar el eje de rotación vertical, se comenzará por nivelar aproximadamente el instrumento, moviendo las ramas del tripié, con el fin de no forzar mucho los tornillos al hacer con exactitud las correcciones que van á indicarse. Después se coloca el anteojo en la dirección de dos de los tornillos para nivelar, haciendo mover solamente el limbo superior, y por medio del tornillo tangencial P del círculo vertical, se pone la burbuja del nivel del anteojo en el medio del tubo; y si el limbo inferior su halla horizontal, haciendo girar al superior 180°, la burbuja no cambiará de posición; pero si se desvía, se vuelve al medio del tubo, haciéndola recorrer la mitad del espacio por los dos tornillos del pie del instrumento, y la otra mitad por el tangencial. En seguida se coloca el telescopio en la dirección del tercer tornillo para nivelar, ó de los otros dos, si el instrumento tiene cuatro, y se acaba de poner horizontal el limbo por medio de estos tornillos. Se vuelve el anteojo á la primera posición y se acaba de perfeccionar la horizontalidad, después de lo cual, si el instrumenno está bien construído, haciendo girar el limbo superior solo, y unido en seguida al limbo inferior, la burbuja debe ocupar el medio del tubo. Una vez nivelado el instrumento, valiéndose del nivel del anteojo, que es el más sensible, se corrigen los otros dos que se hallan sobre la placa superior, moviendo

solamente los tornillos de que están provistos para hacer esta corrección.

Para averiguar si está satisfecha la cuarta condición, se nivela perfectamente el instrumento y se dirige el telescopio á un punto claro y determinado de un objeto elevado, haciendo coincidir con él la intersección de los hilos. Después se baja el anteojo dirigiéndolo á una vasija llena de agua, aceite ó mercurio, colocado en frente de él, y en la cual se vea por reflexión la imagen del objeto. Si la intersección de los hilos coincide con la imagen refleja del punto que sirvió de mira, no habrá necesidad de corrección, siendo esta una prueba de que la retícula ha descrito un plano exactamente vertical; pero en el caso contrario, se corrige el error modificando la altura de uno de los apoyos K ó L del eje de rotación del telescopio, por medio del mecanismo particular anexo al instrumento, á fin de que este eje quede horizontal. En los teodolitos ingleses pequeños, los apoyos están desprovistos de medios de corrección, aunque los constructores procuran que su altura sea exactamente igual, de suerte que el error tenga poca importancia; en los de mayores dimensiones pueden moverse los apoyos, porque se hallan colocados sobre una pequeña armadura provista de tornillos que permiten elevarlos ó bajarlos suficientemente: en otros, por último, los apoyos están fijos; pero su parte superior donde descansa el eje, es susceptible de pequeños movimientos que se comunican por medio de tornillos propios para este objeto.

En lugar de valerse de una superficie reflectante para hacer esta rectificación, es sin duda más sencillo hacer uso de una plomada suspendida delante del instrumento, y á la distancia que sea conveniente para que se vea con claridad por el telescopio. Puesta la retícula en coincidencia con el hilo de la plomada, si el eje de rotación es horizontal, deberá continuar cortándolo en toda su longitud, cuando se comunica al telescopio su movimiento vertical. Igual resultado puede conseguirse valiéndose de una arista de un edificio, con tal que sea perfectamente vertical.

57. Los teodolitos americanos, llamados *transit theodolite* (Figura 24ª) difieren esencialmente de los ingleses, en que el anteojo, por es-