

72

6.

DETERMINACION

DE LA LATITUD JEOGRAFICA

DEL CIRCULO MERIDIANO

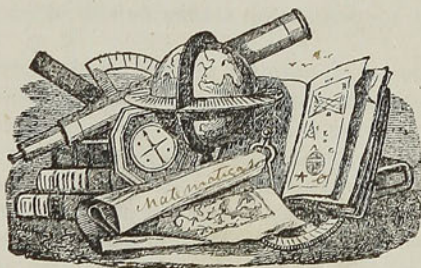
DEL
OBSERVATORIO NACIONAL DE SANTIAGO,

POR

C. C. MOESTA,

Director del Observatorio de Santiago de Chile.

Publicado por orden del Supremo Gobierno.



SANTIAGO DE CHILE.

IMPRENTA DE JULIO BELIN I CA.

Diciembre de 1854.

Las observaciones presentes forman una parte de los trabajos hechos en este Observatorio desde fines del año de 1852, en cuya época el Supremo Gobierno dió a la América del Sur el primer Instituto para el cultivo de la bella ciencia de la Astronomía. Estos trabajos han sido hechos por la mayor parte con el Círculo Meridiano, i comprenden :

1.º Observaciones de ciertas estrellas fundamentales i circumpolares, con el principal objeto de una exacta determinacion de la latitud de este Observatorio.

2.º Observaciones de un crecido número de estrellas del Catálogo de la Asociacion Británica (*British Association Catalogue*), cuya posicion en la esfera celeste es todavía dudosa, ya sea porque algunas de ellas han sido observadas en el siglo pasado por Lacaille durante su permanencia en el Cabo de Buena-Esperanza, i no por los observadores modernos en este hemisferio; ya sea porque existen descrepencias bastante notables entre las posiciones de otras estrellas observadas desde el año de 1822 por varios Astrónomos, como son Brisbane, Taylor, Rümker, etc.—He tratado, en mis observaciones, de fijar las posiciones de algunas estrellas circumpolares con la mayor exactitud, para que con el tiempo puedan servir de estrellas de azimut, cuyo escaso número se hace actualmente tan sensible en los Observatorios de este hemisferio, como tambien para investigar el movimiento propio de dichas estrellas. Al mismo tiempo, me propongo escojer entre las estrellas fijas de este hemisferio un corto número, que observaré repetidamente 20 veces en un año, a fin de tener datos para guiarnos en la cuestion relativa a la variacion del movimiento propio, cuestion de tanto interes en el estado actual de la Astronomía. No dudo que los Astrónomos apreciarán trabajos de esta clase, en atencion a que contribuyen al perfeccionamiento del Catálogo mencionado, siendo esta la obra mas completa que poseemos sobre la Astronomía sideral referente al cielo austral.

3.^o Observaciones de culminaciones de la luna i estrellas correspondientes, para deducir de ellas la longitud de este Observatorio con respecto a los Observatorios del otro hemisferio, comparándolos con observaciones correspondientes hechas en estos.

4.^o Observaciones de *Marte*, en su oposicion de este año. Sirven estas observaciones para la deduccion directa de la paralaje de este planeta, confrontándolas con observaciones correspondientes hechas en Observatorios del hemisferio boreal.

5.^o Observaciones de otros planetas i asteroides.

A mas de las observaciones precitadas, he principiado con el mismo instrumento otro trabajo, que tiene por objeto levantar un Catálogo de todas las estrellas hasta las de 9.^a magnitud inclusive que se hallan en la esfera celeste entre el zenit i 62° de declinacion austral. Formará este trabajo una continuacion de otro, hecho por la Expedicion astronómica de los Estados-Unidos durante su permanencia en esta capital, el cual se estiende sobre la bóveda celeste alrededor del polo austral, hasta el círculo distante 28° del polo. Cada estrella se observará dos veces, para reducir la incertidumbre de su posicion a los límites de los errores medios peculiares al Círculo Meridiano: Así, espero, saldrá dentro de pocos años un Catálogo que, en union del de la citada Expedicion, será el mas completo que se haya hecho hasta ahora del cielo austral, i que facilitará con especialidad las observaciones de los cometas que toman su rumbo por estas rejiones del cielo.

Mui poca utilidad hubieran ofrecido al público astronómico aquellas observaciones, si se hubiesen publicado como se habian recojido, es decir, afectadas todavía de todos los errores debidos a la posicion del instrumento, al estado del péndulo, a la refraccion, etc., etc.; i con este motivo procedí primero a someterlas a los cálculos necesarios para corregir aquellos defectos i reducir las observaciones a una época fija; en fin, a darles una forma que permitiese su comparacion con otras observaciones, o permitiese deducir otros datos i consecuencias de ellas. Todo el que esté familiarizado con los trabajos de un Observatorio conoce demasiado el tiempo necesario para tales reducciones, i no estrañará por tanto que por falta de asistentes, por ocupaciones ajenas al Observatorio i por varios otros obstáculos, no haya podido yo todavía reducir sino una pequeña parte de las observaciones ya hechas. Sin embargo tengo ahora la esperanza de verme pronto eficazmente auxiliado en el Observatorio, por manera que el primer volúmen de las observaciones se podrá poner en via de publicacion en el año entrante.

Entre tanto me ha parecido conveniente e interesante ofrecer al mundo científico las observaciones presentes, que se han hecho con el fin de conocer con exactitud la latitud de este Observatorio i junto con esta la declinacion de ciertas estrellas fundamentales i circumpolares. El conocimiento de la exacta latitud de un Observatorio es, como se sabe, de suma importancia, puesto que este elemento entra en cada observacion referente a la declinacion de un cuerpo celeste; i tan sencilla como se presenta en la práctica la determinacion aproximada de este elemento, tan dificultosa i delicada se hace cuando se trata de llevar el resultado a un grado dado de exactitud. No poseemos en este Observatorio un instrumento de pasos colocado en el vertical primario, para determinar por medio de él la latitud segun el método ingenioso de Bessel i Struve; pero sí

un excelente círculo meridiano ; i si este instrumento no puede suministrar observaciones tan delicadas como aquel, es preciso aumentar el número de estas, conforme a los preceptos del método de los cuadrados mínimos, para que no pase la incertidumbre del resultado de los límites que nos proponemos.—En esta virtud el único método practicable de fijar la latitud en este Observatorio debe consistir por ahora en la observacion de estrellas circumpolares. La co-latitud del Observatorio es de $66^{\circ}33'$, de modo que las estrellas cuya declinacion austral no baja de esta cantidad, se ven todavía en sus culminaciones superiores e inferiores; pero por la inseguridad en la refraccion no se pueden hacer buenas observaciones en distancias zenitales mayores de 70° , i asi debemos ceñir la zona de las estrellas circumpolares propias para esta clase de observaciones, a un círculo distante como 13° del polo austral. En toda esta parte del cielo no hai sino una sola estrella de 3.^a magnitud (β *Hydri*), i aun esta no se deja distinguir, en su culminacion inferior, a todas las horas del dia ; todas las demas son estrellas de una magnitud inferior, i entre ellas es tal vez σ *Octantis* la única cuya posicion parece suficientemente determinada para que pueda servir de estrella de azimut. Asi no tenemos en nuestro Observatorio la facilidad que la estrella polar boreal ofrece a los Observatorios del otro hemisferio, para determinar su latitud, i es menester aprovecharse de los meses desde mayo hasta agosto, que es la estacion del año en que la posicion del sol permite observar cierto número de estrellas en sus culminaciones consecutivas.

De las estrellas circumpolares que he observado, pertenecen 2 a la constelacion de *Chameleon*, una a la de *Hydrus*, i todas las demas a la constelacion de *Octans*. El número total de estas observaciones asciende a 211.

El valor de la latitud deducido de las observaciones de estrellas circumpolares es independiente de sus declinaciones, pero afectada de los errores de graduacion (si los hai) de la parte usada de los círculos. Esta parte es bastante corta, pues no comprende sino dos arcos opuestos como de 22° de estension cada uno ; i en atencion a que no se haya hecho todavía un exámen completo de la graduacion, he medido las distancias zenitales de 22 estrellas fundamentales, i calculado sus declinaciones mediante la latitud del Observatorio tal como habia resultado de la observacion de las estrellas circumpolares. El número de estas observaciones asciende a 341.

Las declinaciones que de ahí resultaron han sido confrontadas por mí con las contenidas en las Efemérides i en los pocos Catálogos que poseemos en la biblioteca del Observatorio, a saber :

con el Nautical Almanac,
Maury's Catalogue,
British Association Catalogue,
Connaissance des temps,
Almanaque náutico de San-Fernando,
Berliner Jahrbuch;

i de esta comparacion resultan ciertas correcciones de la latitud supuesta. Como se percibirá, las tales correcciones, o sean diferencias, son cortas i aun afectadas por signos opuestos ; en particular se notará que el *Nautical Almanac* (obra que tiene tal vez mas autoridad a este respecto que las demas citadas) dá la diferencia de $0''05$, lo que equivale expresado en

longitud a 1.5, que en efecto es una cantidad mui corta. Sin embargo, soi de opinion que, si el valor de la latitud deducido de las observaciones de las estrellas circumpolares todavía pidiera una correccion apreciable, la continuacion de esta clase de observaciones podria solo suministrarla,

metr.

Daré en otro lugar una descripcion detallada del círculo meridiano de este Observatorio, i me limito por ahora a hacer mencion de las partes principales del instrumento que tienen relacion con la observacion de la distancia zenital de un objeto celeste. Tiene este instrumento dos círculos graduados de 3 piés de diámetro cada uno, bien pegados al eje de rotacion del antejo, de modo que se mueven junto con este. El antejo mide $4\frac{1}{2}$ piés de largo, i tiene un objetivo de Munich de $4\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro. Cada uno de los dos círculos tiene una graduacion de 2 en 2', i uno de ellos lleva ademas en su circunferencia marcados los grados i medios grados. La subdivision del arco de 2' se efectúa por medio de micrómetro-microscópio, colocado delante de la graduacion, perpendicularmente al plano del círculo. El tornillo de este aparato mueve dos hilos paralelos de telaraña, distantes el uno del otro como 10"; i se puede dar a todo el aparato tal arreglo i tal distancia a la graduacion, que por dos revoluciones del tornillo aquellos dos hilos pasen exactamente de una raya de la graduacion a la siguiente, es decir por 2'. Para hacer la lectura del círculo, se dá vuelta al tornillo hasta que la raya correspondiente de la graduacion caiga exactamente en medio de los dos hilos paralelos: lo cual se consigue con una gran precision, haciéndose iguales por estima los dos espacios que deja en blanco la raya entre los hilos. Con el fin de conocer la incertidumbre de que queda afectada una lectura, hice con los dos microscopios del círculo occidental del instrumento 6 series de observaciones, tomando la misma lectura 20 veces i determinando en cada serie el error medio de una simple lectura. Hé aquí los errores medio que resultaron:

1.º Microscopio.

2.º Microscopio.

0."308

0."262

0. 209

0. 298

0. 300

0. 266

0. 309

0. 223

0. 275

0. 221

0. 291

0. 264

Aunque este error medio ya es una cantidad mui corta, creo sin embargo que puede reducirse mas todavia, poniéndose dos resortes en lugar de uno en el cajoncito del microscopio para hacer el movimiento del tornillo lo mas uniforme posible. En efecto, habiende hecho esa alteracion en un microscopio de igual construccion, el error medio apenas alcanzó a 0"2. La lectura misma de los segundos i décimas partes de es-

95

tos se hace en la cabeza del tornillo, cuya circunferencia lleva una division de segundos i medios segundos. Todo el microscopio es llevado por un brazo que por su parte está afirmado en la circunferencia de una plancha circular de metal pegada en un trozo de madera, que se ha introducido en la piedra que sirve de descanso al eje del antejo.

Se concibe luego que si se altera la distancia de la graduacion al microscopio o si hai errores en la graduacion misma, dos vueltas del tornillo no corresponden ya a $2'$, i en tal caso la lectura del microscopio está afectada por un error que llamaremos: *error de corridas* del micrómetro (*error of runs*). Para apreciar este error de un modo completo, seria menester hacer primero un exámen detallado de la misma graduacion de los círculos, e investigar las constantes de una fórmula que espese la lei de que depende la variacion de aquel error en diferentes puntos de la graduacion. Es este un trabajo bastante largo que no se ha efectuado todavía, i el error de corridas del micrómetro se ha determinado hasta ahora en cada noche, observándolo en tres equidistantes puntos de la graduacion i tomando de estos tres resultados el promedio. Mui raras veces este error, correspondiente a 2 vueltas, ha sido mayor que $0''.25$, o sea de $0''.25$ por $1'$; i como ha sido regla constante, al hacer la lectura, mover los dos hilos paralelos hácia la raya de la graduacion mas próxima al punto cero del micrómetro, la correccion de la lectura proveniente de este error nunca ha pasado de $0''.25$.

De estos micrómetro-microscopios hai actualmente 4, los mismos 4 que vinieron con el instrumento de la fábrica de *Pistor i Martins* en *Berlin*. En cada uno de los círculos se han colocado dos, diametralmente opuestos el uno al otro. Prescindiendo de otras ventajas que tienen 3 a 4 microscopios en un círculo, se sabe que, por medio de 2 microscopios, no se puede eliminar de la lectura el error debido a la elipticidad del círculo; i por algun tiempo he estado indeciso si no fuese mejor usar solo uno de los dos círculos con los 4 microscopios, mientras lleguen otros 4 que se han encargado al mecánico. La admirable coincidencia, empero, de los valores de la latitud, deducidos de distancias zenitales de ciertas estrellas fundamentales que observé en diferentes alturas, me ha inducido a preferir por ahora dos círculos, cada uno con dos microscopios en lugar de uno solo.

Asi el promedio de las lecturas de los cuatro microscopios dá la lectura correspondiente a la posicion del eje óptico del antejo; i hecha de este modo la lectura, dirijiéndose alternativamente la línea visual al objeto celeste i al zenit, la diferencia de las dos lecturas respectivas será la distancia zenital del objeto en cuestion.

Con mui pocas excepciones han sido observadas las estrellas fundamentales, haciéndolas pasar por el hilo fijo horizontalmente estendido en el campo de vista, de manera que hubiese biseccion de la estrella, i solo en algunos casos se ha hecho uso del micrómetro de que está provisto la pieza ocular. Algunas de las estrellas circumpolares se han bisecado por el hilo móvil del micrómetro repetidas veces en su culminacion, ántes i despues de su paso por el meridiano, i en tal caso se ha tratado de hacer iguales los ángulos horarios correspondientes a las bisecciones de la estrella, para hacer desaparecer así el error proveniente del no-parallelismo entre el hilo móvil i el hilo fijo.

Si empero la simetria de las observaciones con respecto al meridiano

REFRACCION.

Despues de haber obtenido la diferencia entre las dos lecturas debidamente corregidas, correspondientes a la distancia zenital observada i al nadir, se ha aplicado la correccion proveniente de la refraccion. Esta se ha tomado de las Tablas de refraccion calculadas conforme a la teoría de Bessel, i publicadas por el Observatorio de Washington (1). Mas como la columna del mercurio del barómetro vacila en este observatorio entre 27.8 i 28.2 pulgadas inglesas, ha sido necesario estender la tabla que contiene el logaritmo del coeficiente dependiente de la presion atmosférica, i al efecto he preparado luego un apéndice a aquella Tabla, que contiene el logaritmo de este coeficiente para los valores intermedios entre 27.5 i 29.0 pulg.

La temperatura del aire se ha medido por medio de un termómetro (Standard thermometer) con escala de Fahrenheit, hecho por Simms de Londres. He comparado este termómetro en varios puntos de su escala con otro igual de Barrow, i nunca he observado una diferencia que pasaba de 0.^o2. Esta coincidencia i la reputacion del artista dan, segun parece, alguna garantía de la exactitud del instrumento.

El termómetro está suspendido de noche al lado oriental de la casa, un pié distante de la pared, i como el cerro está mui pendiente en esta parte, ningun influjo sobre el termómetro podrá ejercer la radiacion del suelo. De dia el termómetro se suspende al lado austral de la casa.

No debo omitir mencionar que, al principio del año pasado, el termómetro fué a veces colgado de noche delante de la pared austral de la casa cerca de su apertura meridiana, i probablemente una corriente de aire que salió de la sala alteró el instrumento de un modo notable. Desgraciadamente noté esto demasiado tarde para escluir las observaciones correspondientes, i por eso el error medio de algunas distancias zenitales ha resultado mayor de lo que suele ser.

REDUCCIONES DE LAS DISTANCIAS ZENITALES APARENTES.

Todas las distancias zenitales observadas, con excepcion de las de τ *Octantis*, han sido referidas a la posicion media del ecuador en 1.^o de enero de 1854; las de τ *Octantis* que fueron observadas en 1853, están reducidas al 1.^o de enero de 1853, por no conocerse todavia el movimiento propio de esta estrella. Las correcciones debidas a la precesion, aberracion i nutacion que han de aplicarse a las distancias zenitales aparentes para reducirlas a aquellas épocas, las he calculado segun el elegante método de Bessel, haciendo uso de los coeficientes *A, B, C, D* dados en el *Nautical Almanac*. Los coeficientes *a, b, c, d* para las estrellas circumpolares han sido calculados por medio de sus posiciones medias en 1.^o de enero de 1854, i para las demas se han tomado del Catálogo de la Asociacion Británica.

(1) *Refraction and other Tables, etc.* Washington, 1846.

por alguna interrupcion no ha sido completa, en tal caso a cada una de las observaciones se ha aplicado la correccion debida. La reduccion de las distancias zenitales extra-meridianas al meridiano se ha hecho segun la fórmula de $\text{cosec. } 1'' \text{ sen. } 2 \delta \text{ sen. } \frac{2}{2} h$, haciéndose uso de las tablas que dan

el valor de $\frac{2 \text{ sen. } \frac{2}{2} h}{\text{sen. } 1''}$. En esta fórmula significa δ la declinacion de la estrella i h el ángulo horario.

DETERMINACION DEL NADIR.

Estando dirigida la línea visual del anteojo verticalmente con el objetivo para abajo, la lectura de los dos círculos correspondientes a esta posicion es lo que se llama la lectura del nadir; i este punto, o mas bien el punto 180° distante de él, forma el punto cero de la graduacion, o el punto de partida para las distancias zenitales observadas. Para dar al anteojo la posicion referida, se hace uso del método inmejorable fundado en el principio de Bohnenberger; a saber: por medio de un aparato (collimating eye-piece) que se coloca en lugar del ocular se iluminan los hilos de la retícula situada en el foco del anteojo; los rayos de luz que salen paralelos del objetivo se reflejan en la superficie del mercurio colocado debajo del objetivo. Mirando por el aparato ocular, se ve el hilo horizontal i tambien su imájen reflejada por el mercurio; i claro está que la línea visual del anteojo tiene una posicion vertical cuando el hilo i su imájen se cubren, lo que se consigue fácilmente por medio del tornillo que da un movimiento lento al anteojo.

Como el diámetro del hilo se presenta bajo un ángulo de $0''.8$, no se podrá estimar con seguridad, aun cuando la imájen esté bien definida, si el hilo i su imájen se cubren exactamente. Por esta razon ha sido regla establecer un contacto del hilo con su imájen al uno i al otro lado, i tomar de las dos lecturas correspondientes el promedio.

El nadir no es nada constante, i varía de un dia a otro a veces mas que $1''$, sin que haya sido posible hallar alguna lei o simetría en esta variacion. La causa que influye poderosamente en la posicion del nadir en este Observatorio es la temperatura; un cambio en esta, que a veces es sumamente grande, produce un cambio en la posicion de los microscopios, en el error de corridas, etc.; i la distribucion desigual del calor en la sala de observacion altera la forma perfecta del círculo. Para atenuar los errores que de este modo se introducen en la medicion de una distancia zenital, he determinado el nadir, ántes i despues de las observaciones, siempre estas que ocupaban algunas horas consecutivas. Cuando la diferencia entre estas dos determinaciones no pasaba de $0''.4$, el promedio de las dos determinaciones ha sido adoptado por el valor del nadir comun a todas las distancias zenitales observadas en el intervalo; si al contrario la diferencia pasaba aquel límite, se ha supuesto uniforme la variacion del nadir; i a cada una de las distancias zenitales medidas se ha dado un valor correspondiente del nadir.

REFRACCION.

Despues de haber obtenido la diferencia entre las dos lecturas debidamente corregidas, correspondientes a la distancia zenital observada i al nadir, se ha aplicado la correccion proveniente de la refraccion. Esta se ha tomado de las Tablas de refraccion calculadas conforme a la teoria de Bessel, i publicadas por el Observatorio de Washington (1). Mas como la columna del mercurio del barómetro vacila en este observatorio entre 27.8 i 28.2 pulgadas inglesas, ha sido necesario estender la tabla que contiene el logaritmo del coeficiente dependiente de la presion atmosférica, i al efecto he preparado luego un apéndice a aquella Tabla, que contiene el logaritmo de este coeficiente para los valores intermedios entre 27.5 i 29.0 pulg.

La temperatura del aire se ha medido por medio de un termómetro (Standard thermometer) con escala de Fahrenheit, hecho por Simms de Londres. He comparado este termómetro en varios puntos de su escala con otro igual de Barrow, i nunca he observado una diferencia que pasaba de 0.º2. Esta coincidencia i la reputacion del artista dan, segun parece, alguna garantía de la exactitud del instrumento.

El termómetro está suspendido de noche al lado oriental de la casa, un pié distante de la pared, i como el cerro está mui pendiente en esta parte, ningun influjo sobre el termómetro podrá ejercer la radiacion del suelo. De dia el termómetro se suspende al lado austral de la casa.

No debo omitir mencionar que, al principio del año pasado, el termómetro fué a veces colgado de noche delante de la pared austral de la casa cerca de su apertura meridiana, i probablemente una corriente de aire que salió de la sala alteró el instrumento de un modo notable. Desgraciadamente noté esto demasiado tarde para escluir las observaciones correspondientes, i por eso el error medio de algunas distancias zenitales ha resultado mayor de lo que suele ser.

REDUCCIONES DE LAS DISTANCIAS ZENITALES APARENTES.

Todas las distancias zenitales observadas, con excepcion de las de τ Octantis, han sido referidas a la posicion media del ecuador en 1.º de enero de 1854; las de τ Octantis que fueron observadas en 1853, están reducidas al 1.º de enero de 1853, por no conocerse todavia el movimiento propio de esta estrella. Las correcciones debidas a la precesion, aberracion i nutacion que han de aplicarse a las distancias zenitales aparentes para reducirlas a aquellas épocas, las he calculado segun el elegante método de Bessel, haciendo uso de los coeficientes *A, B, C, D* dados en el *Nautical Almanac*. Los coeficientes *a, b, c, d* para las estrellas circumpolares han sido calculados por medio de sus posiciones medias en 1.º de enero de 1854, i para las demas se han tomado del Catálogo de la Asociacion Británica.

(1) *Refractive and other Tables etc.* Washington, 1846.

De este modo, las correcciones para las estrellas circumpolares han sido determinados de 5 en 5 días directamente, i por interpolacion para los días intermedios, tomándose en cuenta la lonjitud de este Observatorio al Oeste de Greenwich i el horario de la estrella, puesto que los coeficientes *A*, *B*, *C* i *D* se han calculado para la media noche *media* de Greenwich. Las correcciones para las otras estrellas se han calculado directamente de 10 en 10 días, i por interpolacion para los días intermedios.

En atencion a que las declinaciones de τ i σ *Octantis* se aproximan mucho a 90° , los términos de los coeficientes *C* i *D* que incluyen 2δ se han calculado separadamente i agregado con su signo a la correccion.

Al reducir la posicion media de una estrella de 1853.0 a 1854.0 he adoptado la variacion ánuua tal como la dá el *Nautical Almanac*; pero en la reduccion de la posicion aparente a la media en 1.º de enero del mismo año, en que se hizo la observacion, no se ha tomado en cuenta el movimiento propio con excepcion del de β *Hydri*, que se ha supuesto igual a $0''.26$, segun el Catálogo de la Asociacion Británica.

ERRORES MEDIOS DE LAS OBSERVACIONES, I CÓMPUTO DEL VALOR PROBABLE DE LA LATITUD.

Con pocas excepciones, todas las estrellas han sido observadas bajo las mismas circunstancias, a saber: a cada observacion de una distancia zenital corresponden 4 lecturas de los círculos, 2 determinaciones del nadir i una biseccion de la estrella por el hilo fijo, i solo en algunas observaciones de τ i σ *Octantis*, la estrella ha sido bisecada repetidas veces por el hilo móvil del micrómetro. Así, haciendo abstraccion de influencias accidentales de la atmósfera o de la disposicion del observador, podemos atribuir a todas las observaciones correspondientes a una misma distancia zenital el mismo grado de precision, o sea el mismo peso (*pondus*). No será exacta esta suposicion comparando entre sí distintas distancias zenitales, si hai errores de graduacion, flexibilidad del anteojo i otras influencias dependientes de la distancia zenital. Por ahora debo prescindir en parte de esta última clase de errores, puesto que no se ha hecho todavía un exámen completo de la graduacion, ni observaciones por reflexion; i por esta razon he deducido de cada série de observaciones referentes a una misma distancia zenital el error medio probable de una simple observacion.

Hé aquí el error medio sacada de varias distancias zenitales, que se han observado bajo las mismas circunstancias:

N.º de observ.	Estrella.	Distancia Zenital.	Error medio.
28	<i>a Piscis australis.</i>	3° 2'	0".70
22	<i>β Ceti.</i>	14 39	0. 76
12	<i>β Aquarii.</i>	27 13	0. 74
11	<i>a Aquarii.</i>	32 14	0. 84
35	<i>β Hydri.</i>	44 38	0. 75
13	<i>a Ophiuchi.</i>	46 6	0. 91
13	<i>a Hérculis.</i>	48 0	0. 74

El número de las observaciones hechas de una misma estrella es talvez demasiado reducido todavía, para determinar con bastante exactitud el error medio ; pero yo tengo la seguridad de que no pasará de 0".7 para una estrella cerca del zenit, tomando con cuidado todas las precauciones necesarias en la observacion de una distancia zenital, i por tanto creo que mis observaciones pueden compararse con las mejores de esta clase hechas con igual instrumento (1).

Dividiendo este error por la raíz cuadrada del número de las observaciones que componen la série propuesta, resulta el error medio de la distancia zenital ; i por este medio, segun los principios del método de los cuadrados mínimos, el peso (*pondus*). Llamando este último *p* para la distancia zenital de una estrella en su culminacion superior, i *p'* para la culminacion inferior, será $\frac{p p'}{p + p'}$ la cantidad proporcional al peso de la co-latitud. De este modo, a cada valor de la latitud, deducido de las observaciones de una estrella circumpolar, se ha dado un peso, i estos diferentes valores de la latitud se han combinado segun la fórmula $\frac{\sum a p}{\sum p}$, en que Σ representa una suma, i *a* el valor de la latitud sacada de la observacion de una estrella circumpolar, i *p* su peso.

(1) Este error medio importa 0".8 en el famoso Observatorio de Greenwich i 0".6 en el de Koenigsberg.

I.--DISTANCIAS ZENITALES DE LAS ESTRELLAS CIRCUMPOLARES.

β *Hydri*,

R 0^h17^m.

Culminacion superior.

Culminacion inferior.

<i>días de obs.</i>		<i>días de obs.</i>	
1853.	1854.0	1853.	1854.0
31 de mayo	44° 38' 10."23	15 de mayo	68° 28' 58."91
12 de junio	12.20	16	59.90
23 de agosto	9.51	17	60.21
1854.		19	58.48
30 de abril	11.70	21	59.40
12 de mayo	10.66	28	56.57
13	9.47	29	58.23
2 de junio	10.83	31	56.97
3	10.83	4 de junio	58.20
5	12.21	12	56.83
18	12.17	24	57.80
14 de setiembre	11.33	1854.	
15	11.13	20 de abril	59.54
16	11.02	1 de mayo	59.91
19	11.16	2	59.32
21	11.30	11	58.21
26	10.95	13	57.87
27	11.41	15	56.24
5 de octubre	11.13	18	58.36
6	11.70	20	57.59
7	10.50	2 de junio	57.99
9	11.39	3	57.21
14	10.01	4	58.08
15	11.03	5	58.83
16	11.58	6	58.95
18	12.00	14	57.96
23	11.42	19	57.06
24	10.79		
25	10.11		68° 28' 58."25
26	11.73		m = 1.046
27	11.11		$\mu = \pm 0.205$
30	9.82		
2 de noviembre	10.84		
4	10.09		
9	10.41		
11	9.93		

44° 38' 10."96

m = 0.75

$\mu = \pm 0.13$

♁ *Chameleontis* (3723 B. A. C) (1).

R. 10^h 43^m.

Culminacion superior.		Culminacion inferior.	
<i>dias de obs.</i>		<i>dias de obs.</i>	
1854.	1854.0	1854.	1854.0
18 de marzo	46° 15' 30"15	8 de agosto	66° 51' 39"46
22	30.75	7 de setiembre	40.42
26	31.76	14	41.06
8 de abril	30.89	16	38.79
20	30.11	19	39.09
11 de mayo	29.33	21	39.65
13	29.57	26	39.35
15	28.06	27	38.79
18	29.88	5 de octubre	39.64
20	29.86	6	39.87
		9	40.28
		16	38.83
		18	40.62
		23	40.61
	<hr/>		<hr/>
	46° 15' 30"04		66° 51' 39"75
	m = 0.994		m = 0.801
	μ = 0.314		μ = ±0.214

(1) Las letras B. A. C. significan el Catálogo de la Asociacion Británica.

η *Octantis* (3803 B. A. C.).

R. 11^h 0^m.

Culminacion superior.		Culminacion inferior.	
<i>dias de obs.</i>		<i>dias de obs.</i>	
1854.	1854.0	1854.	1854.0
13 de mayo	50° 22' 3"67	19 de setiembre	62° 45' 5"32
18	2.82	21	6.53
20	3.87	26	6.83
2 de junio	3.84	27	4.73
3	2.40	5 de octubre	6.30
4	2.03	9	7.01
		16	5.34
		18	5.25
		23	5.32
	<hr/>		<hr/>
	50° 22' 3"105		62° 45' 5"85
	m = 0.72		m = 0.77
	μ = ±0.295		μ = ±0.26

Lacaille 9401 (2).

R. 23^h 13^m.

Culminacion superior.		Culminacion inferior.	
<i>dias de obs.</i>		<i>dias de obs.</i>	
1854.	1854.0	1854.	1854.0
5 de junio	53° 4' 16"08	6 de junio	60° 2' 52"65

(2) Se refiere este número al Catálogo de Lacaille publicado por la Asociacion Británica: *A Catalogue of 9766 stars in the southern hemisphere, etc.* London, 1847:

β Chameleontis.

R 12^h 17^m.

Culminacion superior.

Culminacion inferior.

dias de obs.

dias de obs.

1853.		1854.0
15 de mayo	45° 3'	38"08
16		39.71
17		39.06
18		41.13
19		35.92
21		37.55
28		39.39
29		39.31
31		39.25
4 de junio		38.76
12		38.03
24		39.40
1854.		
24 de febrero		39.15
27		36.14
1 de marzo		39.86
20		36.16
22		36.43
24		37.98
26		38.90
7 de abril		36.58
8		40.38
20		39.47
2 de mayo		37.67
11		39.56
13		38.45
15		38.73
18		37.81
20		39.28
2 de junio		38.09
3		38.24
4		37.54
5		38.96
6		38.77
14		38.88

1854.		1854.0
18 de junio	68° 3'	31"93
14 de setiembre		30.85
15		32.34
16		31.73
19		29.68
21		31.01
26		31.36
27		30.65
5 de octubre		30.90
6		30.83
7		31.04
9		30.78
15		30.20
16		31.80
18		32.19
23		31.69
24		30.83
25		32.24
26		31.70
27		29.24
30		28.74
2 de noviembre		31.36
4		29.52
9		30.41

68° 3' 30"96
 m = 0.964
 $\mu = \pm 0.19$

45° 3' 38"49
 m = 1.21
 $\mu = \pm 0.208$

4293 B. A. C.

R 12^h 40^m.

Culminacion superior.

Culminacion inferior.

dias de obs.

dias de obs.

1854.		1854.0
19 de junio	50° 53'	17"38

1854.		1854.0
19 de junio	62° 13'	52"00

σ Octantis.

R 17^h 37^m.

Culminacion superior.		Culminacion inferior.	
<i>dias de obs.</i>		<i>dias de obs.</i>	
1853.	1854.0	1853.	1854.0
22 de agosto	55° 50' 2"99	23 de setiembre	57° 17' 4"34
23	3.80	5 de octubre	3.74
25	4.88	1854.	
26	3.46	6 de noviembre	2.67
27	3.75	7	2.22
30	6.87	9	3.96
31	5.63	12	3.97
2 de setiembre	6.77	13	3.82
3	5.92	16	3.88
5	4.55		
6	4.48		57° 17' 3"57
1854.			m = 0.729
6 de julio	6.85		$\mu = +0.258$
14	6.71		
19	5.55		
26	6.33		
29	5.18		
8 de agosto	4.76		
9	5.73		
11	4.68		
12	5.83		
21	5.95		
25	5.38		
28	5.29		

55° 50' 5"27

m = 1.08

$\mu = \pm 0.23$

τ Octantis (8072 B. A. C.)

R 23^h 3^m.

Culminacion superior.		Culminacion inferior.	
<i>dias de obs.</i>		<i>dias de obs.</i>	
1853.	1853.0	1853.	1853.0
28 de mayo	54° 50' 48"12	29 de mayo	58° 16' 20"75
29	48.69	31	21.13
31	46.39	1 de junio	21.23
12 de junio	47.84	4	22.10
23 de agosto	47.49	13	21.94
	54° 50' 47"704		58° 16' 21"43
	m = 0.76		m = 0.51
	$\mu = \pm 0.34$		$\mu = \pm 0.23$

θ Octantis (8342 B. A. C.)

R 23^h 54^m.

Culminacion superior.

Culminación inferior.

días de obs.

días de obs.

1854.	1854.0	1854.	1854.0
5 de junio	44° 25' 53"85	2 de junio	98° 41' 16"48
14 de setiembre	53.11	3	15.56
16	52.86	5	17.00
19	52.03	6	16.48
	<hr/>		<hr/>
	44° 25' 52"96		68° 41' 16"38

Combinando las observaciones que preceden segun lo que queda dicho arriba, obtendremos la tabla siguiente :

N.º de Culminaciones.	Estrella.	Latitud.	Peso.
61	β Hydri.	33° 26' 25"395	15.84
58	β Chameleontis.	25.275	12.60
31	σ Octantis.	25.58	8.38
24	δ' Chameleontis.	25.105	6.93
15	η Octantis.	25.523	6.47
10	τ Octantis.	25.432	5.93
8	θ Octantis.	25.329	2.01
2	4293 B. A. C.	25.31	0.78
2	9401 Lacaille.	25.63	0.78
<hr/>		<hr/>	<hr/>
211		33° 26' 25"38	59.72

i de este valor de la latitud, es decir, de 33° 26' 25"38 i de las distancias zenitales, sacaremos las siguientes declinaciones de las estrellas circumpolares observadas. Al lado de ellas he puesto, al mismo tiempo, las declinaciones que dá el *Nautical Almanac*, o el Catálogo de la Asociacion Británica.

N.º de obs.	Estrella.	Declin. austr. media en 1.º de enero de 1854.	N. Al.	B. A. C.
35	β <i>Hydri</i> Culm. sup.	78° 4' 36.37	38"41	
26	Culm. inf.	78 4 36.34		
10	δ <i>Chameleontis</i> Culm. sup.	79 41 55.42		58"9
14	Culm. inf.	79 41 54.87		
6	η <i>Octantis</i> Culm. sup.	83 48 28.48		31.9
9	Culm. inf.	83 48 28.77		
34	β <i>Chameleontis</i> Culm. sup.	78 30 3.87	5.27	
24	Culm. inf.	78 30 3.66		
1	4293 B. A. C. Culm. sup.	84 19 42.76		31.78
1	Culm. inf.	84 19 42.62		
23	σ <i>Octantis</i> Culm. sup.	89 16 30.65	31.29	
8	Culm. inf.	89 16 31.04		
5	τ <i>Octantis</i> (1) Culm. sup.	88 17 13.08		22.0
5	Culm. inf.	88 17 13.19		
4	θ <i>Octantis</i> Culm. sup.	77 52 18.34		15.6
4	Culm. inf.	75 52 18.24		

(1) La declinacion de esta estrella es la declinacion media en 1.º de enero de 1853.

II.—DISTANCIAS ZENITALES DE 22 ESTRELLAS FUNDAMENTALES.

α <i>Ceti</i> .		β <i>Orionis</i> .	
R 2 ^h 54 ^m .		R 5 ^h 7 ^m .	
1853.	1854.0	1854.	1854.0
19 de junio 36° 57' 14"55		22 de enero 25° 3' 58"71	
30 de julio 15.91		24 58.15	
1854.		28 56.62	
2 de noviembre 15.73		30 61.36	
12 16.93		6 de noviembre 59.02	
		9 58.58	
	36° 57' 15.78	10 58.89	
		13 59.61	
		16 59.40	
		25° 3' 58"93	
δ <i>Orionis</i> .		α <i>Orionis</i> .	
R 5 ^h 24 ^m .		R 5 ^h 47 ^m .	
1853.	1854.0	1853.	1854.0
16 de setiembre 33° 1' 44"76		16 de setiemb. 40° 48' 56"72	
1854.		23 56.46	
6 de noviembre 45.50		1854.	
16 43.36		30 de enero 58.86	
	33° 1' 44.54	7 de noviembre 57.02	
		40° 48' 31"88	

a Leonis.

R 10^h

1854.		1854.0
14 de febrero	46° 7'	8.51
17		9.13
20		9.94
21		8.81
23		9.50
27		9.15
28		9.09
1 de marzo		8.07
2		8.27
4		9.16
6		11.70
7		12.22
9		11.41
14		11.11
16		10.48
17		11.35
18		10.83
7 de abril		7.83
8		10.33
20		10.88
1 de mayo		10.27
2		9.68
14 de junio		9.20
6 de julio		8.65
	<hr/>	
	46° 7'	9.81

a Virginis.

R 13^h 17^m.

1853.		1854.0
16 de mayo	23° 2'	32.62
28		33.71
4 de junio		35.67
12		32.42
13		32.26
15		34.32
19		33.57
24		34.12
25		34.80
1 de julio		33.12
1854.		
11 de abril		35.03
20 de mayo		33.43
3 de junio		33.44
5		31.42
14		32.97
19		32.21
		32.67
	<hr/>	
	23° 2'	33.40

β Leonis.

R 11^h 41^m.

1854.		1854.0
8 de febrero	48° 49'	41.92
17		42.03
19		42.75
20		43.50
23		40.82
25		40.93
26		41.63
27		42.56
4 de marzo		41.12
6		44.96
9		42.81
13		45.06
14		43.25
16		44.85
17		44.15
18		45.35
20		40.46
21		41.18
22		40.51
24		42.88
26		40.98
1 de mayo		40.42
2		40.97
11		42.27
13		43.15
18		43.81
20		41.99
2 de junio		43.47
3		42.50
4		43.17
5		42.93
6		43.74
	<hr/>	
	48° 49'	42.57

101

α^2 *Librae.*
R 14^h 42^m.

1853.		1854.0
1 de junio	18° 0'	28"56
12		27.97
13		28.51
25		28.35
1 de julio		27.94
2		29.09
11		29.29
13		28.08
19		29.10
1854.		
14 de junio		28.85
6 de julio		28.13
13		28.22
<hr/>		
	18° 0'	28"47

α *Serpentis.*
R 15^h 37^m.

1853.		1854.0
2 de julio	40° 19'	43"27
11		43.53
26		44.24
1854.		
13		42.77
19		44.10
26		44.49
29		42.93
7 de agosto		41.18
<hr/>		
	40° 19'	43"29

δ *Ophiuchi.*
R 16^h 6^m.

1853.		1854.0
2 de julio	39° 7'	34"14
13		33.90
16		33.48
19		32.19
21		31.86
26		33.88
1854.		
1		33.05
13		31.97
19		33.17
26		32.36
29		31.51
7 de agosto		30.53
3		32.80
11		31.21
12		32.34
<hr/>		
	30° 7'	32"55

α *Scorpii.*
R 16^h 20^m.

1853.		1854.0
23 de junio	7° 20'	12"10
2 de julio		14.78
13		12.96
19		12.13
26		12.28
1854.		
1		14.54
13		12.30
19		13.47
26		13.46
29		14.16
5 de agosto		13.05
7		12.33
8		13.57
9		14.13
11		12.26
12		13.93
<hr/>		
	7° 20'	13"21

a Hérculis.

R 17^h 7^m.

1853.		1854.0
31 de agosto	48° 0'	2"02
2 de setiembre		1.94
3		3.94
1854.		
1 de julio		4.45
19		2.68
26		2.48
29		2.31
8 de agosto		4.18
9		3.89
11		3.30
12		3.01
21		2.67
25		1.66

48° 0' 2"96

ζ Aquilae.

R 18^h 58^m.

1853.		1854.0
22 de agosto	47° 5'	25"30
25		25.29
26		26.20
30		24.90
3 de setiembre		25.92
5		23.10
12		24.68
23		25.12
24		24.25
26		24.71
28		25.60
30		25.18
1854.		
21 de agosto		23.97
28		26.42
5 de setiembre		25.23
7		25.26
21		25.58

47° 5' 25"10

a Ophiuchi.

R 17^h 28^m.

1853.		1854.0
23 de junio	46° 6'	36"70
1854.		
1 de julio		36.88
14		36.96
19		38.11
26		37.73
29		36.25
8 de agosto		37.97
9		37.87
11		37.78
12		38.04
20		36.56
25		36.04
28		37.95

45° 6' 37"29

δ Aquilae.

R 19^h 18^m.

1853.		1854.0
22 de agosto	36° 16'	5"19
26		4.01
30		3.94
3 de setiembre		2.88
5		2.74
13		3.31
23		2.79
24		4.10
26		4.25
28		2.34
30		2.82
1854.		
9 de agosto		3.07

36° 16' 3"45

102

γ Aquilae.
R 19^h 39^m.

1853.		1854.0
22 de agosto	43° 42'	3 ^h 09
25		6.02
30		2.79
2 de setiembre		5.30
3		3.38
5		4.40
12		4.64
13		4.96
24		4.26
26		5.62
28		3.39
13 de octubre		5.10
1854.		
9 de agosto		5.08
12		3.77
20		3.66
25		5.18
28		4.92
5 de setiembre		5.68
7		5.03
9		5.83
15		5.70
21		5.39
<hr/>		
	43° 42'	4 ^h 67

α Aquilae.
R 19^h 43^m.

1853.		1854.0
22 de agosto	41° 55'	36 ^h 62
25		33.37
26		36.19
30		34.38
2 de setiembre		33.88
3		36.35
5		34.86
12		35.36
13		35.46
23		35.41
24		37.18
26		37.42
28		37.67
30		35.53
13 de octubre		35.68
14		36.72
1854.		
9 de agosto		35.87
12		35.61
20		35.61
25		35.37
28		36.24
9		34.65
7		36.31
9 de setiembre		36.74
14		35.79
15		36.81
21		35.12

41° 54' 37^h 78

β *Aquilae.*
R 19^h 48^m.

1853.		1854.0
25 de agosto	39° 29' 7"59	
26		9.06
2 de setiembre		7.41
3		8.18
5		6.34
23		8.55
24		10.21
26		9.89
28		9.76
30		8.45
13 de octubre		9.39
14		8.90
1854.		
12 de agosto		8.19
28		9.13
5 de setiembre		7.86
7		8.09
9		8.74
14		9.00
15		9.04
21		9.09
		<hr/>
		39° 29' 8"64

α^2 *Capricorni.*
R 20^h 9^m.

1853.		1854.6
22 de agosto	20° 26' 46"90	
30		47.26
2 de setiembre		45.99
5		46.26
13		48.39
23		48.06
24		46.48
26		49.83
28		47.16
30		48.21
13 de octubre		49.67
14		48.45
1854.		
9 de agosto		46.10
12		47.49
20		47.36
25		47.33
28		47.49
7 de setiembre		47.40
9		47.35
14		47.11
15		48.27
21		47.79
		<hr/>
		20° 26' 47"56

β Aquarii.R 21^h 23^m.

1854.	1854.0
12 de agosto	45.78
20	47.79
25	45.68
5 de setiembre	45.86
9	45.69
19	45.10
26	45.48
27	45.75
11 de octubre	46.57
14	45.98
15	45.66
26	44.86

 27° 13' 45"85
 α Aquarii.R 21^h 58^m.

1854.	1854.0
7 de setiembre	32° 14' 46"83
14	46.94
19	47.48
26	45.92
5 de octubre	45.52
6	46.34
14	46.66
23	44.79
25	47.28
26	45.93
2 de noviembre	45.47

 32° 14' 46"29
 α Piscis australis.R 22^h 49^m.

1854.	1854.0
13 de mayo	3° 2' 44"69
15	44.18
18	44.53
19	45.53
8 de agosto	44.72
5 de setiembre	43.80
7	43.37
14	43.73
16	44.74
19	43.90
21	43.75
26	43.50
27	43.76
5 de octubre	43.04
6	43.79
9	43.79
16	44.71
18	44.33
23	44.03
25	43.44
27	44.13
30	45.10
31	43.48
6 de noviembre	44.70
7	45.78
8	45.58
10	44.03
11	44.01

 3° 2' 44"22

Por medio de estas distancias zenitales i la latitud de 33° 26' 25"38, que habia resultado arriba de las observaciones de estrellas circumpolares, se ha construido el siguiente Catálogo de 22 estrellas fundamentales. Al mismo tiempo se han puesto, en las columnas correspondientes, las diferencias deducidas de la comparacion de este Catálogo con las Efemérides i Catálogos que van ya especificados arriba; i al pié de cada columna se halla el promedio de todas las diferencias pertenecientes al mismo Catálogo. En la comparacion del Catálogo propuesto con el *Berliner Jahrbuch*, se ha omitido solamente la estrella α *Piscis australis*, por hallarse a muy poca altura para el Observatorio de Berlin, i talvez seria conveniente, por la misma razon, excluirla enteramente de esta comparacion.

Numero.	Estrella.	Núm. de las observ. hechas	Declinacion media en 1.º de enero de 1854.		Nautical Almanac.	Murray, Washington.	British Ass. Catalogue.	Commissaires des temps.	Montefo, S.-Fernando.	Berliner Jahrbuch.
			3º	30'	d(φ-δ ₁)	d(φ-δ ₂)	d(φ-δ ₃)	d(φ-δ ₄)	d(φ-δ ₅)	d(φ-δ ₆)
1	α <i>Ceti</i>	4	+	30'	+0.17	-0.24	-0.03	+0.20	+0.44	+1.70
2	β <i>Orionis</i>	9	-	22	+0.85	-0.30	+0.85	+0.99	+0.57	+1.47
3	δ <i>Orionis</i>	3	-	24	+0.03	-0.51	-0.67	+0.01		
4	α <i>Orionis</i>	4	+	7	+0.51	+1.68	+0.49	+0.58	+0.53	+0.77
5	α <i>Leonis</i>	24	+12	40	+0.41	-0.95	+1.85	+0.55	+0.54	+0.45
6	β <i>Leonis</i>	32	+15	23	+0.24	-1.23	+0.92	+0.31	+0.11	+0.08
7	α <i>Virginis</i>	17	0	23	+0.43	+0.37	+0.30	+0.57	+0.95	+1.46
8	α ² <i>Librae</i>	11	-15	25	-1.15	-0.96	-1.51	-0.60		-1.13
9	α <i>Serpentis</i> ...	8	+	53	+0.78	-0.33	+1.58	+0.97	+0.95	+1.64
10	δ <i>Ophiuchi</i> ...	15	+	18	+0.52	-1.02	-0.54			
11	α <i>Scorpii</i>	16	-26	6	+0.27	-0.50	+0.04	+0.59	+1.25	+1.70
12	α <i>Herulis</i>	13	+14	33	+0.58	+0.91	+2.39	+0.83	+0.66	+1.43
13	α <i>Ophiuchi</i> ...	13	+12	40	-0.03	-0.02	-2.12	+0.24	+0.27	-0.05
14	ζ <i>Aquiliae</i>	17	+13	38	-0.27	-0.35	-1.07			
15	δ <i>Aquiliae</i>	12	+	49	+0.27	-0.32	+0.36	+0.62		+1.20
16	γ <i>Aquiliae</i>	22	+	2	-0.38	-0.36	+0.36	+0.25	+0.90	+1.21
17	γ <i>Aquiliae</i>	27	+10	15	+0.40	+0.57	+0.45	+0.25		+1.82
18	β <i>Aquiliae</i>	20	+	29	+0.13	-0.01	+0.45	-0.19		+2.23
19	α ² <i>Capricorni</i> ..	22	+	2	+0.23	-0.20	+0.24	+0.36		
20	β <i>Aquarii</i>	12	-6	12	-0.16	-0.03	+0.23	+0.13		
21	α <i>Aquarii</i>	11	-1	11	+0.56	-1.60	-0.69	+1.81	-0.48	+0.15
22	α <i>Piscis austr.</i> ..	28	-30	23	-0.93	+0.12	-1.24	+0.80	+0.93	(+5.44)

Diferencia media = $\frac{\sum d(\phi - \delta)}{\text{núm. de estrellas}}$ =

+0.05 -0.26 +0.31 +0.46 +0.53 +0.92

