

ASTRONOMIA NAUTICA.—Calculo de latitud por dos alturas extra-meridianas tomadas en corto intervalo, i Problemas para hallar la latitud i lonjitud en el orto i ocaso del Sol ; por don Miguel Hurtado, Capitan de corbeta i director de la Escuela Nautica de Ancud.

I.

Ancud, noviembre 30 de 1854.

El interesante i ventajoso método para hallar la latitud por dos alturas extra-meridianas tomadas en un corto intervalo, que traen las tablas lunares de Ward, me ha llamado mui vivamente la atencion: tanto por lo que importa al navegante que se dirige a Chiloé saber a punto fijo la latitud en que se encuentra, cuanto porque la constante oscuridad del tiempo no deja ver el sol sino a diferentes ratos de la mañana o de la tarde.

Como este método debe ser el resultado de largas investigaciones científicas, puesto que no se deriva de la resolucion de un triángulo esférico, ni de ningun principio astronómico conocido; he creído necesario cerciorarme de su exactitud, haciendo diferentes observaciones en el puerto i en la mar; i aunque el resultado ha sido mui satisfactorio, sin embargo, creo debe observarse con mas precision.

En esta virtud, considerando de muchisima importancia para la navegacion, i mui en particular para los buques que se dirijan a Chiloé i Magallanes, la averiguacion de la constante exactitud de este método que en copia adjunto; espero que si V. S. lo tiene a bien, se digne elevarlo junto con esta nota al Supremo Gobierno, para que, en vista de la importancia del asunto, se mande rectificar en el observatorio nacional, i se me comuniqué el resultado, para enseñarlo o no en el establecimiento que dirijo.

Como las tablas de Ward i las de Calbet a que me refiero no se encuentran en Chile i aun en Europa son mui escasas, me ha parecido oportuno en bien de la marina i del comercio, hacer una publicacion de lo mas esencial de ambas obras, para lo cual espero lo que resulte de la calificación del método en el observatorio.

Dios guarde a U. S.—*Miguel Hurtado.*—Señor Intendente de Chiloé.

**Cálculo de latitud por dos alturas extra-meridianas
tomadas en corto intervalo.**

Tómense dos alturas del sol de modo que el intervalo no llegue a 12 minutos, anotando la hora de cada observacion. Redúzcanse las alturas a verdaderas, i tómesese su

semisuma i su diferencia. Mfrese el tiempo trascurrido de la una observacion a la otra, el cual se reducirá a grados. Con la longitud del lugar de la observacion, i la hora media de las observaciones, hállese la hora reducida, para la cual se hallará la declinacion.

Búsqese el seno de la diferencia de las alturas, del cual, se restará el seno del intervalo, i la diferencia será el seno de un ángulo, que llamaremos ecuatorial; tómesese el coseno de este ángulo, el cual se restará del seno de la declinacion; el resultado será el seno de un arco, que restado de la altura media, cuando la latitud i declinacion son de una misma especie, i sumando cuando son de especie opuesta, dará la altura media reducida a ecuatorial; súmese el coseno de la altura ecuatorial con el coseno del ángulo ecuatorial, i el resultado será el seno de la latitud.

EJEMPLO.

SIENDO LA LATITUD I DECLINACION DE DIFERENTE ESPECIE.

El dia 21 de octubre de 1844 a las 7 h.... 54'.... 27".... 8 de la mañana, estando en lonjitud 8° 23'....3, se tomó la altura del limbo inferior del sol 13° ..14'..06", i a los 8h. 4'.. 13" ..3 la altura del mismo limbo 14° .. 50'... 03", i elevación 16 pies.

Primera hora.....	19h.54'.27" ..8	Primera altura.....	13° .. 14' .. 6"
Segunda hora....	20 ..04'..13 ..3	+ Semidiano-deprec.	11 .. 2
Intervalo 9'..45" ..5	Altura aparente.....	13 .. 25' .. 8
Engrados.....	2° ..26'..22" ..5	Refraccion+Paralaje.	.. 4 .. 1
Suma.....	39h..58'..41 ..1	Altura verdadera.....	13 .. 21' .. 7
Hora media.....	19 ..59'..20..55	Altura verdadera.....	14 .. 57' .. 35
Lonjitud.....	..33 ..32 ..	Suma.....	28 .. 18' .. 42
Hora reducida...	19 ..25'..48..55	Altura media.....	14 .. 9' .. 21
Segunda altura..	14° ..50'..3" ..	Declinacion	10° .. 29' .. 27"
+ Semidiam.—	..11 ..2 ..	Parte proporcional..	17 .. 20
Depresion.		Declinacion corregida.	10 .. 46' .. 47
Altura aparente.	15° .. 1'..5" ..		
— Refrac. + Paralaje.....	.. 3..30		
Altura verdadera	14 ..57'..35		
Altura verdadera	13 ..21'.. 7		
Diferencia.....	1 ..36 ..28		
Diferencia altura	18.4480464	Ant. ecuat. cos. 9.8762250	9.8762258
Intervalo	8.6290618	Declinac. seno. 9.2719195	Alt. ecuat. cos. 9.9436639
Sen. 41° ..14'..6"	9.8189846	Sen. A.....	9.3956945
		Seno Lat.	9.8198889

A=14° .. 24' .. 4" Latitud.... 41° .. 20' .. 20" N.

Altura media 14° .. 9' .. 21"

Alt. ecuatorial 28 .. 33 .. 25

Ancud, diciembre 6 de 1853.

El Gobernador marítimo i director de la Escuela Náutica de este puerto, don Miguel Hurtado, ha pasado a esta Intendencia la nota que orijinal acompaño a US., para que si juzga útil i conveniente el contido de ella se sirva darle el curso que propone su autor.

Aun cuando el trabajo que ahora ofrece este marino i digno empleado público no puede ser apreciado debidamente por la Intendencia, sin embargo, atendiendo solo a su incésante aplicacion i a los laudables deseos que manifiesta por todo aquello que tiene un interes comunal, creo justo, señor Ministro, elojiar las intenciones i decidida contraccion del citado empleado.

Dios guarde a US.—*José Rondizoni*.—Señor Ministro de Marina.

Santiago, julio 10 de 1854.—Informe el Jefe del Observatorio Astronómico.
Anótese—*VIDAL*.

Santiago, julio 22 de 1854.

He tenido el honor de recibir dos notas, la una referente al método de determinar la latitud, espuesto por el señor capitán de corbeta don Miguel Hurtado, i la otra que es una órden de dar informe sobre la constante exactitud de dicho método.

Es evidente la importancia de un método, mediante el cual se pudiera determinar por observaciones del sol, con exactitud, la latitud de un punto a cualquiera hora del día, no solo para los navegantes sino aun para viajar en tierra, puesto que el tiempo no siempre permite tomar la altura del Sol a medio día. En cuanto a los últimos, si no pueden disponer sino de un sextante i horizonte artificial, se presenta ademas en ciertos lugares i en ciertas estaciones otro inconveniente, que es el de que la altura del sol durante su paso por el meridiano puede ser tan grande que el instrumento no se preste a tomarla.

Por estas razones se ha inventado el método de terminar la latitud por observaciones *extra-meridianas*, que consiste en tomar dos alturas del sol a un lado o en diferentes lados del meridiano, i en deducir la latitud de ellas i del tiempo trascurrido entre las dos observaciones. La resolucion de este problema se funda en la resolucion de los dos triángulos esféricos formados por los arcos que ligan el zenit i el polo al sol en los documentos de la observacion. Llamando h , h' las alturas, δ la declinacion, φ la latitud del lugar, t el ángulo horario en la primera observacion i ν el tiempo trascurrido entre las dos observaciones, todo el problema se reduce a la determinacion de φ de las ecuaciones siguientes :

$$\begin{aligned} \text{sen } h &= \text{sen } \delta \text{ sen } \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t \\ \text{sen } h' &= \text{sen } \delta \text{ sen } \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos (t + \nu) \end{aligned}$$

Así hablando matemáticamente, se puede siempre determinar la latitud por ese método; pero un exámen detallado de las mismas fórmulas que preceden, demuestra que en la práctica es absolutamente indispensable atender a ciertas precauciones dependientes de la declinacion del sol i de la latitud del lugar, si se quiere determinar la la-

titud con alguna exactitud. Todos estos pormenores se esplican tambien en los tratados de navegacion, como por ejemplo en el excelente tratado de *Bwditch*; i se sabe con especialidad que es un requisito esencial para obtener un buen resultado, que el intervalo del tiempo entre las dos observaciones sea mayor, o al ménos igual, al ángulo horario de la observacion hecha mas cerca del meridiano.

Para juzgar ahora de la constante exactitud del método de que se habla en la comunicacion adjunta, voi a espresar las reglas dadas por las fórmulas siguientes :

$$\frac{\text{sen } (h' - h)}{\text{sen } \nu} = E'$$

$$\frac{\text{sen } \delta}{\text{sen } E'} = \text{sen } A$$

$$\cos \left(\frac{h + h'}{2} A \right) \cos E = \text{sen } \varphi$$

i se verá luego que estas fórmulas son aproximadas i deducidas de las ecuaciones arriba mencionadas, en el supuesto de que el tiempo transcurrido entre las dos observaciones sea mui corto i la declinacion δ pequeña. Falta por consiguiente el requisito principal para sacar un resultado exacto de este método, i el método mismo seria aun del todo impracticable para un navegante en la costa septentrional de la República durante los meses de diciembre i enero.

Dejando con lo que precede contestadas las preguntas que U.S. se ha servido pararme, me valgo de esta ocasion para suscribirme, señor Ministro, de U.S. atento, seguro i obediente servidor.—*Cárlos G. Mocsta*.—Señor Ministro de Marina.

II.

Ancud, enero 8 de 1858.—Acompaño a U.S. la nota i los cálculos para hallar la latitud i lonjitud en el nacimiento i ocaso del sol, que me ha pasado el Gobernador marítimo de este puerto, Capitan de corbeta don Miguel Hurtado.—Dios guarde a U.S.—*Javier Renjifo*.—Al señor Ministro de Estado en el departamento de Marina.

Ancud, diciembre 22 de 1857.

Señor Intendente:—Hace tiempo que me he propuesto cultivar un terreno árido e ingrato en Chile, pero es indispensable hacerlo, por ser mui necesario su fruto para el bienestar del pais, que tanto necesita de la Marina. Continuaré ocupándome de esta penosa tarea, hasta que otro oficial de saber, se dedique a ella con mejor éxito que yo.

En esta virtud adjunto a U.S., dos problemas importantes, para hallar la latitud i lonjitud en el orto u ocaso del sol, que he traducido de un libro en ingles. Los comentarios de estos problemas, pienso mandarlos a la *Revista de ciencias i letras* para despertar la discusion sobre la Astronomía-Náutica, con el fin de que se haga popular su conocimiento.

El hallar la lonjitud i la latitud exacta i directamente en el ocaso del sol, no puede ser mas interesante para un marino que desee navegar con seguridad i prontitud, pues precisamente, cuando se acerca la noche, cuando los peligros deben evitarse, i cuando es necesario cambiar de rumbo; por el problema enunciado, se puede obtener con seguridad el punto verdadero de la situacion de la nave.

No es ménos interesante el hallar la latitud i lonjitud con toda precision en el orto del sol. Al venir el dia, estando cerca de la costa i de una isla, es mucha la ansiedad del navegante por saber el lugar donde se halla; i si al presentarse el sol en el horizonte, lo puede determinar con toda seguridad, a mas de ser un gran consuelo, se encuentra en aptitud de dirijir el rumbo en línea recta, i de tomar todas las medidas necesarias, para llegar al punto de su destino.

En vista de lo espuesto, señor Intendente, espero que US., si lo tiene a bien, se digne elevar esta nota i los problemas adjuntos, al Supremo Gobierno; pues no dudo serán recibidos con la misma benevolencia que otro método que en años pasados me elevó la Intendencia, i fué publicado en el *Araucano* núm. 1531.--Dios guarde a US.—*Miguel Hurtado*.—Al señor Intendente de la provincia.

PROBLEMAS para hallar la latitud i lonjitud en el orto u ocaso del Sol, traducidos del Almanaque Nautico de Alexander Megarey, publicado en los Estados-Unidos de America.

PROBLEMA.

HALLAR LA LATITUD EN EL ORTO U OCASO DEL SOL.

Resolucion.

Se hallan la declinacion i el semi-diámetro del sol, correspondientes a la hora del orto u ocaso, i se cuenta el intervalo de tiempo entre los instantes de estar en el horizonte sus dos limbos.

Se busca el logaritmo del semi-diámetro del sol, espresado en segundos; i el complemento aritmético del logaritmo del intervalo de tiempo, tambien en segundos. Se añade a ámbos el logaritmo constante 9. 1 2 4 9 4, i el resultado es el coseno de un arco A.

Se obtiene la suma i la diferencia de dicho arco con la declinacion del sol, i en seguida se buscan los logaritmos de los senos de la suma i de la diferencia, se suman estos logaritmos, i la semi-suma da el seno de la latitud.

Ejemplo.

Supongamos que la declinacion del sol en el acto del orto, es de $18^{\circ} 24'$, el semi-diámetro de $15' 52''$, i el tiempo corrido en el toque de los limbos de $4^m. 48^s$:—Se quiere la latitud?