

ANALEMA

**BOLETIN DE LA ASOCIACION DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL**

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Editor
- 2 ABSTRACTS Editor
- 3 NUEVOS HOROLOGIOS..... M.M. Valdés
- 5 EL CUADRANTE "NOVUS" DE PROFATIUS L. Hidalgo
- 14 LITERATURA Y GNOMONICA : EXTRAÑOS
ANIMALES QUE HABITAN JUNTO A LOS
RELOJES DE SOL, SEGUN LEWIS CAROLL.....P. Dantillo
- 16 NOTAS Y COMENTARIOS Redacción
- 18 ASTROLABIOS . II..... A. De Vicente

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol fué creada en Abril de 1988. Figura en el Registro Nacional de Asociaciones con los números N-18.865 y N.P-8.747. Su Junta Directiva está formada actualmente por: PRESIDENTE Luis Hidalgo Velayos. VICEPRESIDENTE: Jacinto Del Buey Pérez. SECRETARIO: Manuel Lombardero Soto. TESORERO: Antonio de Vicente Candeira. VOCALES: Jesus de la Calle Montes. - Juan José Caurcel Morán. - M. Angel Hacar Benitez. - Manuel M. Valdés Carracedo - J. Esteban Esteban. - Baltasar Soteras Elia SOCIOS de HONOR: Rafael Portaencasa Baeza - José Luis Basanta Campos - Rafael Soler Gayá.

La Asociación constituye una entidad no lucrativa cuyos fines son el desarrollo y fomento de los estudios históricos, geográficos y matemáticos relacionados con la promoción y difusión de los conocimientos relativos al cálculo, trazado, construcción, revisión y emplazamiento de Relojes de Sol y otros instrumentos astronómicos análogos

Para el cumplimiento de estos fines se celebran reuniones periódicas y se mantienen contactos con otras Asociaciones o Entidades semejantes.

Ofrece a sus asociados los siguientes servicios:

- Información Bibliográfica: Fondo informatizado con más de dos mil entradas referentes a Gnomonica y temas análogos
- Cálculo y trazado de relojes solares a petición de cualquier asociado, o entidad pública o privada
- Reseña de libros y tratados de Gnomónica. Traducción y revisión de artículos de revistas o boletines y publicaciones sobre estos temas.
- Asesoramiento para la construcción o reconstrucción de relojes solares o instrumentos semejantes. Comprobación y datación de cuadrantes y relojes solares antiguos.
- Publicación de un Boletín cuatrimestral titulado "Analema"

Estos servicios son prestados por la Asociación a título gratuito —o en casos especiales a coste estricto— a las personas o entidades presentadas por algun Socio. En todo caso los servicios de asesoramiento son totalmente gratuitos para los organismos culturales que así lo soliciten

Para obtener la condición de Asociado es necesario, de acuerdo con los Estatutos, la presentación por dos Socios de la persona interesada y su admisión por la Junta de Gobierno. La cuantía de su aportación en concepto de cuota anual es fijada libremente por el propio Asociado. No obstante para recibir el presente Boletín y las comunicaciones escritas de la Asociación debería efectuar una aportación mínima equivalente a los gastos de edición y envío.

Los artículos y notas publicados en este Boletín Informativo pueden ser reproducidos y utilizados, citando su procedencia y previa comunicación a esta Asociación. Se exceptúan los casos en los que se mencione la existencia de derechos de Autor o cualquier otro impedimento legal.

La Asociación de Amigos de los Relojes de Sol no se hace responsable del contenido ni de la interpretación de los escritos, gráficos, tablas o cualquier otra información publicada en el presente Boletín. Agradece cualquier tipo de crítica, comentario, discusión o reseña de los mismos, que será transmitida al autor del escrito y publicada en el Boletín si, a juicio de la Junta, su interés y generalidad lo hacen conveniente.

Se reserva el derecho de resumir, adaptar o editar, con el conocimiento previo del comunicante, los trabajos originales recibidos para su publicación. Su extensión no deberá exceder de cinco folios mecanografiados salvo que su contenido, interés y continuidad aconseje publicarlos en varios números sucesivos o en forma de folleto o separata del Boletín.

EDITORIAL

Se inicia con este número 13 de nuestro Boletín Informativo el quinto año de su publicación. Nuestro deseo hubiese sido poder presentar "Analema" con las mejoras editoriales previstas, tanto en su ejecución material como en su extensión, contenido y puntualidad en su aparición.

Desafortunadamente aún no nos ha sido posible efectuar estas mejoras, que no obstante esperamos poder introducir paulatinamente en el transcurso del próximo año. Para ello pedimos, como siempre, el consejo y la asidua colaboración de nuestros asociados.

Han aumentado las relaciones e intercambio con varias Asociaciones de Gnómica extranjeras, algunas de ellas de muy reciente creación, lo que prueba el creciente interés de los medios culturales sobre la Gnomónica. Asimismo nos complace comunicar que hemos atendido a varias consultas en nuestro Servicio Bibliográfico, que ha aumentado considerablemente sus fondos y datos informatizados, gracias a la constante aportación de algunos asociados. Recordamos que los servicios de consulta están a disposición de cualquier persona interesada en estas cuestiones

Respondiendo a numerosas sugerencias y consultas sobre ejemplares atrasados y artículos completos de "Analema" la Asociación procederá a editar separatas de los artículos más solicitados, corregidos y ampliados por su autor y, en lo posible expurgados de las erratas que les afectan.

EDITOR

ABSTRACTS

3. ..MORE ABOUT "HOROLOGIUM"

In the Bulletin 9th appears an article by MM. Valdés entitled "*Horologium*" that deals with an old method to fix the solar time by means of the length of one's own shadow. The persistence of this method through the ages, from IV Century B.C. to the Middle Ages was well established in that article.

Now he brings up us two more examples of those "*Horologium*". The first one has been found in a finely illuminated copy dated about 900 A.D, of the famous book "*Etimologias*" written in the IV Century by Saint Isidore of Sevilla. In comparison with the *Liber Ordinum* mentioned in the Bulletin 9, both tables of shadow length seems to be identical, excepted the length of Hora I (Cannonial) that is shorter.

The second document was found in the denominated *Manuscrito 19* de la Biblioteca Nacional de Madrid. It is indeed a very valuable document because there are simple (although its explanation are rather cumbersome) rules for reckoning the values of those tables, probably used in Central Europe.

The widespread knowledge and easy use of the tables calculated with those approximated rules could explain why in many "*Horologium*" the exposed values seems not to be wholly real, but only indicative.

5.....PROFATIO'S "QUADRANS NOVUS"

L Hidalgo ask us to place at Montpellier, in the end of XIII Century. There he introduce us to a very learned person: Jacob Ben Makir ibn Tibbon, who was known by Profatius Judeus. Now he begs us to move to medieval Toledo, in order to know the Astronomic School teachers.. (this time we do not follow him, we do prefer to read his meticulous article about Profatius and his instrument). It deals with the construction of a "new" (in 1256) quadrant who presents many advantages in respect to the "vetus".

Mr. Hidalgo explain how was calculated, using a mathematical formula who, he states, was already known by Tabit and Battani (about 900 A.D) and used by the Toledan Rabi Isaac Ben al Sidi (Rabiçag), translator of the "*Libro del Reloj de a Piedra*", the first sundial treatise written in Castilian. He explains how to calculate and design such a quadrant. Due to the length of this article we have been obliged to publish a second part, referring to its operation and use, in the next 14th. Bulletin

14...GNOMONICS AND LITERATURE: THE JABBERWOCKY

P. Dantillo presents us with a delicious article (in my humble but firm opinion, because I am P. Dantillo) about one of the poems of Lewis Carrol who can be found in the well known tale "Through the Looking Glass". It is the poem "Jabberwocky", where some odd and strange animals are described, lying or living by the Sundials: the "Toves" and the "Borogoves".

Commentaries and translation of the first verses to Spanish, French, German and Catalan languages and a French "chanson" by Colette Magny, just entitled "Jabberwocky", are mentioned ...

But rather re-read Alicia's tales (please)

16... NOTES AND COMMENTS

As usual: some mild and generally innocuous comments:

- 1.-International conference at Debresen (Hungary): To be celebrated Sept. 29th., the Chairman is Mr. Lajos Bartha, Fachleiter des UAV.
- 2.- Some sundials in the Madrid Community: (at all 32 sundials).
- 3.-About Iconographie: a note referring to a question posed in "Analema" 12.th.
- 4.-About the Sundials of Espartinas: It deals with the well known anecdote of building a roof over a sundial in order to keep out from the rain, with a little moralizing fable by Eugenio Hartzenbuch (1840).
- 5 -"Padding Verses": A no-descriptible poem about the comparison between cesium atomic clocks and sundials.
- 6 -Gnomonic in the book "Cronometria Popular": A rather rare book by José Pané y Artigues, edited in Lerida in 1909.

M.M. Valdés amplía un anterior artículo (Analema 9) que trata del tema de los "Horologios", tablas y reglas que se utilizaban para estimar la hora por la longitud de la sombra del cuerpo del observador.

NUEVOS 'HOROLOGIOS'

M.M. VALDES

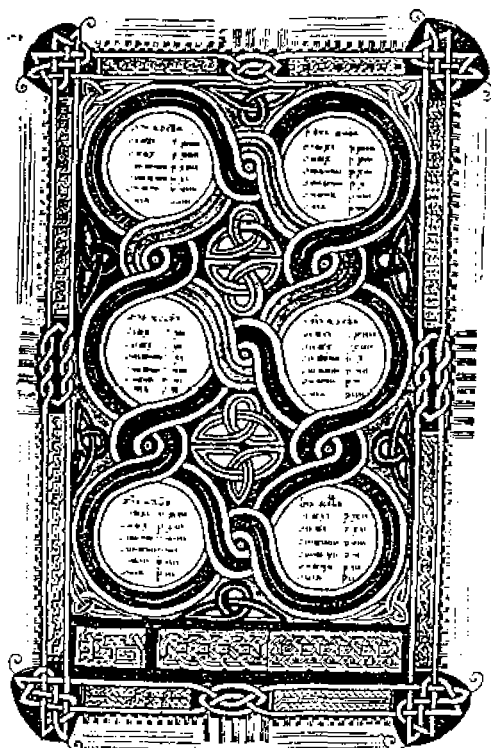
El número 9 del Boletín "Analema" (Sept-Dic. 1993) contiene bajo el título "HOROLOGIO" un estudio de las "tablas de pies" utilizadas para hallar la hora solar por medio de la longitud de la sombra del observador, medida con su propio pie.

Los dos ejemplares más importantes de los allí descritos son:

- Las inscripciones que existen en las paredes de S. Pedro de La Nave (Siglo VII)
- La tabla que figura en el *Liber Ordinum* (1052) guardado en la Biblioteca del Monasterio de Silos.

Gracias a la amabilidad y competencia del bibliotecario de este Monasterio, R.P. Lorenzo Maté, puedo describir aquí otro "horologio" algo más antiguo que este último.

Se encuentra en un código de 385 folios que perteneció a la biblioteca del Monasterio de Silos y hoy se guarda en la Biblioteca Nacional de París, que lo adquirió en una subasta en Junio de 1878.



El manuscrito es una copia miniada de las *Etimologías* de S. Isidoro de Sevilla, realizada bajo el "reinado de Sancho", como indica una anotación en el propio código. Si se tratase de Sancho García I de Navarra podría fecharse entre el 885 y 919.

San Isidoro fué una de las lumbreras de la Iglesia en el siglo VI. Sus obras escritas son numerosas y tuvieron una gran influencia no solo entre sus contemporáneos, sino en los siglos siguientes.

Las *Etimologías* son una especie de enciclopedia que compendia y resume todo el saber de su época. Fueron enmendadas y completadas por su discípulo Braulio, obispo de Zaragoza.

La composición del código es de una gracia delicada y armoniosa. Su grafía se asemeja más a la de San Pedro de La Nave que a la del *Liber Ordinum*, lo que nos permite confirmar la fecha de su escritura.

Salvo los errores de copia que pueda contener el *Liber Ordinum* y que este nuevo "horologium" confirma, las tablas son idénticas excepto la longitud de la sombra de la hora I, que es menor que la que figura en las *Etimologías*.

TABLA DE LA LONGITUD DE LA SOMBRA, EN PIES

HORA	enr. dbr.	fbr. nov.	mrz. oct.	abr. spt.	may. agt.	jun. jul.
I-XI	23	22	20	19	18	17
	5	5	5	5	5	5
II-X	18	17	15	14	13	12
	4	4	4	4	4	4
III-X	14	13	11	10	9	8
	3	3	3	3	3	3
IV-VIII	11	10	8	7	6	5
	2	2	2	2	2	2
V-VII	9	8	6	5	4	3
	1	1	1	1	1	1
VI	8	7	5	4	3	2

La latitud de uso podría ser alrededor de los 35°, con el margen de error que contienen estas tablas.

Es curioso comprobar que una regla mnemotécnica muy sencilla permite recordar la tabla:

La sombra en la hora sexta comienza en Junio-Julio con el valor 2 y aumenta en un pie cada mes, excepto al pasar del cuarto al quinto:

2 3 4 5 - 7 8

El aumento de la longitud de la sombra se incrementa en un pie por hora a partir de la sexta:

+1 +2 +3 +4 +5

Es muy probable que los valores de la tabla esten condicionados por esta regla nemotécnica

EL HOROLOGIO DEL MANUSCRITO 19

El Manuscrito 19 de la Biblioteca Nacional de Madrid está escrito con clara letra de principios del siglo XII, en 203 folios de pergamino, a dos columnas. Su contenido es misceláneo y las materias tratadas se orientan principalmente hacia la Cronología, Geografía, Astronomía y Tecnología Industrial. Además de los estudios de varios investigadores existe un detallado análisis realizado por José María Millás Vallicrosa. [1]

En el folio 75r a, se encuentran 33 líneas que contienen reglas mnemotécnicas para formar un "horologio" o tabla de pies.

Las reglas descritas son muy sencillas, aunque su explicación en el manuscrito sea algo farragosa:

-Fijamos en 29 pies la longitud de la sombra durante la hora I-XI en el mes de enero-diciembre

-Restando 2 a este número se obtienen las longitudes de los meses de febrero, marzo etc.

-Restando 10 a la fila así formada se obtienen las longitudes para la hora II-X.

-Restando 2 en cualquier dirección se obtienen las restantes, excepto para la hora sexta.

-La longitud de la hora sexta en junio-julio es de 2 pies, y sumando 1 se determina el tamaño para el resto de los meses

La tabla que así se obtiene es la siguiente:
TABLA DE LA LONGITUD DE LA SOMBRA

HORA	enr. dbr.	feb. nov.	mar. oct.	abr. sept.	may. agt.	jun. jul.
I-XI	29	27	25	23	21	19
	10	10	10	10	10	10
II-X	19	17	15	13	11	9
	2	2	2	2	2	2
III-X	17	15	13	11	9	7
	2	2	2	2	2	2
IV-VIII	15	13	11	9	7	5
	2	2	2	2	2	2
V-VII	13	11	9	7	5	3
	6	5	4	3	2	1
VI	7	6	5	4	3	2

Vemos que los valores de esta tabla son del mismo orden de magnitud que los que se empleaban en el centro de Europa.

La conveniencia de obtener estas longitudes de la sombra por medio de unas reglas sencillas obliga a usar valores no reales. La sistemática aplicación de estas reglas podría explicar las anomalías que también se observan en algunas otras tablas, y que ya se consignaron en el antes mencionado artículo publicado en "Analema" N°9

Quot pedes habeat hora per singulos menses anni circuli.

Si vis scire quot pedes habeat unaqueq; hora per singulos menses anni circuli. sume viginti & nove qd sed in egr. pros hora prima et undecime. ianuario & decembrio attribute sunt. & substrahe duos remanet tibi viginti & septe da february a novembrio & dicto february & november. hora prima & undecima pedes viginti septe. De viginti septe substrahe similiter duo. remanet tibi viginti quinque; da marcio & octubrio. & dicto hora prima & undecima pedes XXV & sic per singulos menses facito tantu hore septe & decime in singulis mensibus; non duo de prima & undecima substrahe sed dece. Verbigratia hoc modo. ian. & dec. hora I. & XI. pedes XXVIII. hora II. & X. pedes XVIII.

TRANSCRIPCION DEL FOLIO 75r DEL MANUSCRITO 19

"Quod pedes habeat hora per singulos menses anni circuli."

"Si vis scire quot pedes habeat una queq; hora per singulos menses anni circuli. sume viginti & nove qd sed in egr. pros hora prima et undecime. ianuario & decembrio attribute sunt. & substrahe duos remanet tibi viginti & septe da february a novembrio & dicto february & november. hora prima & undecima pedes viginti septe. De viginti septe substrahe similiter duo. remanet tibi viginti quinque; da marcio & octubrio. & dicto hora prima & undecima pedes XXV & sic per singulos menses facito tantu hore septe & decime in singulis mensibus; non duo de prima & undecima substrahe sed dece. Verbigratia hoc modo. ian. & dec. hora I. & XI. pedes XXVIII. hora II. & X. pedes XVIII. de XVIII substrahe duo. remanet tibi XVII da hore terci et none. & dicto hora terci & nona pedes XVII. De dece & septe substrahe duo & remanet XV da hore III & V & dicto hora III & V pedes XV & ita per singulos mensib; fatto quia hora prima & undecima anneccitur. Secta & X Tercia & VIII Quarta & VIII Quinta & VII. Sexta sola in omnib; mensib; sibi anneccatur. Tantu memor esto sollicit quia de iunio & iulio mense sol ascendit in centru celi & de hora V & VII que habet pedes III non subtrahere duo sicut inceceris omib; mendib; sed uno & dicto hora VI sola pedes duo"

[1] MILLAS VILLACROSA J.M. I Estudios sobre la hHistoria de la Ciencia Española. C.S.I.C 1991

4/21206080 II Assaig d'història de les idees físiques, matemàtiques a la Catalunya medieval. 1983 Biblioteca de la Ciència.. Barcelona

L. Hidalgo presenta en este artículo un estudio del cuadrante "novus" construido por Jacob Ben Makirmatemático y astrónomo de finales del siglo XIII, que residió en Montpellier. Describe minuciosamente el fundamento matemático y la construcción de este instrumento y presenta finalmente unos ejemplos de su uso. Debido a su extensión se publicará en los "Analemas" 13 y 14

EL CUADRANTE DE PROFATIUS (I)

L. HIDALGO

A UNA ANTIGUA FORMULA: UN CUADRANTE NUEVO

Situémosnos en el tiempo: Finales del siglo XIII (1288).

Una ciudad : Montpellier, ciudad natal y residencial de nuestro protagonista.

El personaje: Un célebre astrónomo y matemático judío, llamado Jacob Ben Makir ibn Tibbon conocido con el nombre latinizado de Profatius Judeus (1236-1304).

Una capital cultural europea : Toledo, la escuela de astronomía de Alfonso X el Sabio.

Su obra: Profatius realiza un auténtico cuadrante solar, variante ingeniosa del astrolabio plano común, en el que aquél, se ve reducido a un cuadrante donde las cuatrocuartas partes están abatidos en uno sola. Es el llamado "cuadrante Novus", para diferenciarlo del cuadrante vetus y del de cursor, predecesores ambos y con los que conceptualmente nada tienen en común exceptuando su forma (un cuarto de círculo).

El instrumento que confecciona, es un cuadrante solar que es capaz de dar la hora temporal o desigual, muy usual en aquel siglo, las horas astronómicas equinocciales (iguales) y adicionalmente las horas de otros fenómenos astronómicos. Así como el dorso del astrolabio suele ir provisto del cuadrado de las sombras y del cuadrante vetus, también el instrumento de Profatius lleva dichos ábacos para su empleo con fines topográficos o marcar las horas desiguales. La diferencia más destacable e ingeniosa con respecto al astrolabio común, era la carencia de los círculos de altura y azimut, propios y específicos para una latitud determinada, con el consiguiente acúmulo de diferentes láminas que iban alojadas en el interior de la mater, aumentando como es lógico, el peso del instrumento. El instrumento de Profatius, es capaz de utilizarse en varias latitudes dando lugar a un instrumento robusto, muy simple porque carece de la delicada y compleja rete, muy manejable, útil para emplear en varias latitudes y mucho más económico, lo cual le haría ser mas asequible en cuanto su adquisición. Cualidades a las que añadimos la misma exactitud de un astrolabio plano que tuviera el mismo radio e incluso, aventajándole en precisión cuando se opera en una zona cercana del zenit o cuando se trabaja con las estrellas que tienen una declinación muy alta.

Si lo dicho era cierto, cabe preguntarse el por qué en la actualidad solo se conservan cuatro ejemplares en los museos mundiales: El de Merton College en Oxford, otro en el museo de Saint Jean en Angers, el tercero en el museo de Antigüedades del Sena Marítimo en Rouen y el último en el Smith-Sonian Institute en Washington. Podríamos emitir la hipótesis sobre su falta de difusión, aduciendo, que en esa época estaba muy arraigado el uso del astrolabio plano, y que por inercia la gente le seguía utilizando y quizás la razón mas contundente radicaría, en que la obtención de la hora astronómica equinoccial en el astrolabio plano común era inmediata, mientras que en el cuadrante astrolabio de Profatius su conocimiento estaba reservada para la gente culta, especialmente astrónomos y para obtenerla tenían que aplicar una formula y realizar una serie de operaciones elementales, que eran penosas para la mayoría de la gente que estaba acostumbrada a los ábacos para evitar todo tipo de operación. Esto explicaría esa falta de generalización de este instrumento al que puede considerarse como ingenioso y que se comporta como una auténtica regla de cálculo.

Antes de proceder a su estudio, realización y utilización, quisiéramos puntualizar el hecho de que hay autores que atribuyen la paternidad de la fórmula que vincula la altura solar con la

hora equinoccial a través de las variables del arco semidiurno y la altura solar máxima (interviniendo indirectamente la latitud local), a Profatius.

Ponemos en duda este aserto por las siguientes razones:

El origen de esta fórmula es incierto aunque haya indicios para pensar que es de procedencia hindú, pero en lo que sí hay plena certeza es que ya en el año 900 era conocida por Tabit y por Battani.

Fue retomada por los árabes y su existencia es reconocida por Rabiçag (el Rabi Isaac ben al Sid) el escritor del reloj de la Piedra de la Sombra, astrónomo que trabajaba en la escuela de astronomía de Alfonso X el Sabio, en Toledo, entonces faro cultural del occidente, que proyecta el conocimiento científico especialmente el saber astronómico, al resto de Europa. Está demostrado que Profatius está relacionado estrechamente con la escuela Alfonsina, con sus colaboradores, especialmente los astrónomos judíos y es de suponer con cierta lógica que conociese las obras de Rabiçag. Esta relación es tan evidente que Profatius tradujo trabajos para la escuela, y por lo tanto el conocimiento de dicha fórmula tuvo que tener lugar precisamente en Toledo. Por otra parte en el año 1300 la fórmula es conocida por otro árabe Abul-Hasan y no por Profatius.

La debatida fórmula a la que acabamos de referirnos $\text{sen } h = \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ} \cdot \text{sen } (90 - \varphi + \delta) / \text{sen } v^{\circ}$, no tiene justificación en ninguna de las obras consultadas, ni en ningún manuscrito de la época.

Su demostración es fácil, si se practica una proyección ortogonal de la esfera celeste sobre el plano del eclíptico de los Solsticios, precedido previamente de una proyección cilíndrica, para que no varíe el radio con los distintos valores de la declinación que toma el sol en las diferentes fechas. Si nos fijamos en la figura 1

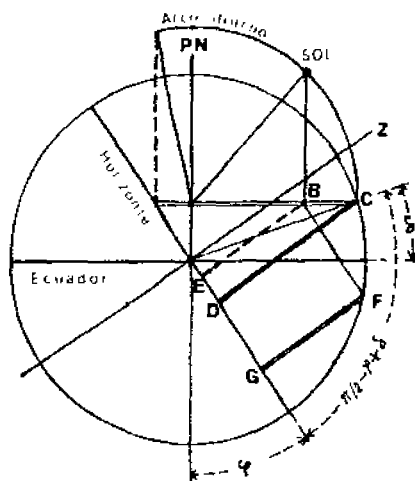


Fig.1

$$Cdia = t^{\circ}$$

$$Csol = t$$

$$AB = \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ}$$

$$AC = \text{sen } v^{\circ}$$

$$CD = \text{sen } (90 - \varphi + \delta) = \text{sen } h_{\text{max}}$$

Los triángulos ACD y ABE son semejantes

$$CD/CA = EB/BA; EB = FG = \text{sen } h; \text{ sustituyendo}$$

$$\text{sen } (90 - \varphi + \delta) / \text{sen } v^{\circ} = \text{sen } h / \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ} \text{ y}$$

$$\text{sen } h = \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ} \cdot \text{sen } (90 - \varphi + \delta) / \text{sen } v^{\circ}$$

h = altura instantánea del sol

t° = arco semidiurno en el día de la fecha

t = ángulo horario recorrido por el sol en el momento que se toma la altura h .

φ = latitud local

δ = declinación del sol en ese día.

$90 - \varphi + \delta = h_{\text{max}}$ = altura del sol en su culminación y

$\text{sen } v^{\circ}$ y $\text{sen } v^{\circ} = 1 - \cos t^{\circ}$ y $1 - \cos t$ respectivamente

(antigua línea trigonométrica cuyo valor del $\text{sen } v = 1 - \cos$)

De esta fórmula se despeja el ángulo horario del sol " t ":

$$\text{sen } h = (\text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ}) \text{sen } h_{\text{max}} / \text{sen } v^{\circ}; \text{sen } v^{\circ} \text{sen } h / \text{sen } h_{\text{max}} = \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ};$$

$$\text{sen } v^{\circ} = \text{sen } v^{\circ} - \text{sen } v^{\circ} \text{sen } h / \text{sen } h_{\text{max}}; \text{sen } v^{\circ} = \text{sen } v^{\circ} (1 - \text{sen } h / \text{sen } h_{\text{max}})$$

Esta fórmula es la que emplea Profatius Judeus para aplicarla en su cuadrante astrolabio. No tiene nada de extraño que bien los árabes con su capacidad de cálculo desarrollasen y despejasen el valor del ángulo horario o fuera el propio Profatius, aunque nadie pone en tela de juicio la aplicación a su cuadrante.

DESCRIPCION

El cuadrante solar resulta de un doble abatimiento de un astrolabio plano siendo el eje de giro el diámetro horizontal (ver figura 2), seguido por otro según el eje meridiano o vertical dando como resultado la figura definitiva.

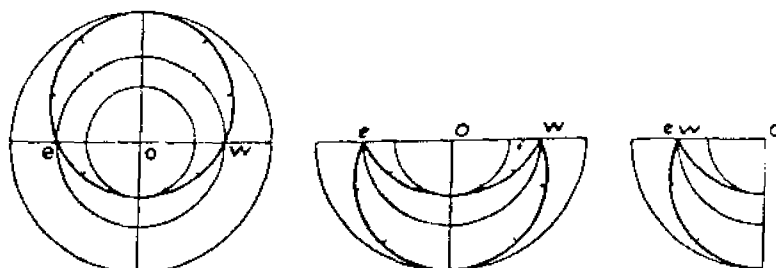


Fig. 2

Como se aprecia en la figura, el trazado correspondiente en la eclíptica de los segmentos primavera-verano están superpuestos igual que los segmentos de otoño-invierno. Para conocer la ascensión recta de cada uno de cada dichos segmentos superpuestos, se le numera y cada número tiene una correspondencia en la escala periférica del limbo (Escala de la A.R.).

Si queremos conocer sobre la eclíptica, la entrada de los signos del zodiaco o los grados de longitud eclíptica de cada uno de los signos, en vez de grabarlos sobre el mismo trazado de la eclíptica, es más cómodo y exacto disponer de una escala zodiacal en la periferia a lo largo del limbo de tal modo que si intentamos saber el punto de la eclíptica que corresponda con una determinada longitud eclíptica (mediación) solo tenemos que tender el hilo de la plomada cuyo extremo fijo es el vértice (o) de las dos aristas, hacia el grado de longitud marcado en la escala zodiacal y de esa manera donde corte dicho hilo a la curva eclíptica, será donde se encuentre el sol en dicha fecha.

Hay que destacar que esta escala zodiacal no se corresponde con la de las ascensiones rectas habiendo una diferencia de dos grados, que equivalen en fechas a dos días o en tiempo a ocho minutos.

Referente a estas últimas están indicadas en una cuádruple escala concéntrica a la precedente y marcada con A.R. Va de 0° - 90° o lo que es lo mismo expresado en tiempo de 0h-6h dividida cada hora en cinco minutos y ésta va marcada con el número (1) después se invierte y marcada con el (2) va de 90° - 180° o de 6h-12h concéntricamente existe otra escala empezando de izquierda a derecha desde las 12h-18h (180° a 270°) con el número (3) invirtiéndose por la misma escala el (4) de 18h-24h o de 270° - 360° .

Existen otros rasgos diferenciales entre el astrolabio plano y el cuadrante de Profatius: El segundo, al carecer de red, la proyección de las estrellas se establecen conforme a la ascensión recta y a la declinación de cada una de ellas y están grabadas sobre las mismas faz o lámina seguido de un número, que va entre paréntesis, para indicarnos a qué cuadrante, en la escala de la ascensión recta, pertenece. Así, en el astrolabio, el movimiento de rotación de la tierra con respecto a la esfera celeste, se simula con el movimiento de la red sobre la lámina; en el cuadrante astrolabio, esta simulación se efectúa por el desplazamiento pendular a modo de columpio de la plomada, o mejor dicho, de la perla deslizante, sobre la lámina de éste.

La escala de la A.R. como se ha indicado anteriormente, se establece sobre el limbo del cuadrante mientras que la escala de la declinación va sobre la arista vertical. Sobre el hilo de la plomada se desliza una perla de modo que pueda desplazarse suavemente y a la vez tenga la facultad de quedarse fija cuando cesa la fuerza de tracción. El extremo superior del hilo va fijo y

el inferior soporta una plomadita, siendo libre, entre ambos extremos va la perla deslizante cuya misión es posicionar el lugar donde se encuentra cualquier astro, así como la de representar su recorrido diurno.

Sin duda el hecho más significativo que le diferencia del astrolabio plano, es la carencia de los círculos de altura y los de acimut, que son específicos para una determinada latitud, pero sin embargo, posee un trazado de horizontes seleccionados, que le convierten en un cuadrante de uso para varias latitudes. Los círculos de los horizontes, después de los abatimientos están desplazados 90° , con el objeto de clarificar el trazado general, y toman su origen en el radio horizontal, precisamente donde el ecuador (E-W) le corta; una de sus ramas, termina en el radio vertical (el que hace de meridiana) y la otra en el círculo que representaría a Capricornio.

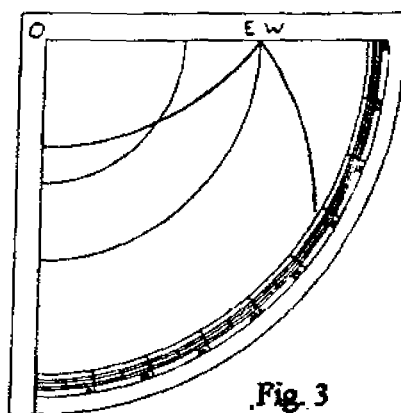


Fig. 3

Existen dos semicircunferencias que tienen por diámetro el del radio horizontal y vertical respectivamente. La del radio horizontal conjuntamente con otros arcos de círculo forman un ábaco muy común en el dorso de los astrolabios planos, que no es otra cosa, que el cuadrante "vetus" y que sirve para marcar las horas temporales. También este semicírculo es el que da los valores del seno de los ángulos de la altura de los astros. El otro semicírculo llamémosle el vertical nos da a conocer el valor del coseno y del seno verso de los ángulos h (altura).

El dorso aporta un calendario zodiacal concéntrico o excéntrico, móvil o fijo que sirve para conocer según la fecha, el grado que tiene el sol en la eclíptica (antiguamente mediación).

Este diagrama es absolutamente imprescindible para utilizar el cuadrante, puesto que la posición del sol viene impuesta por la longitud eclíptica (termino antiguo de mediación) expresando la posición del sol por grados en cada uno de los signos del Zodíaco. En el calendario zodiacal existe una equivalencia recíproca entre las fechas y grados de cada signo. En los antiguos, antes de la reforma Gregoriana (octubre de 1582), el 21 de marzo no correspondía, entrada de la primavera, por lo que el punto vernal debería corresponder a unos 10 días menos y así, en el cuadrante de Rouen, la entrada de primavera corresponde al 13 de marzo.

En éste, podemos apreciar que los círculos son excéntricos teniendo dos índices, el más corto se pone sobre el grado del zodiaco donde se encuentra el sol y el más largo sobre la edad de la luna, sobre el círculo que está en la base del índice del sol, éste indica sobre la graduación zodiacal, el grado del zodiaco donde está la luna.

Sobre el radio horizontal lleva dos pínulas para tomar la altura instantánea de los astros y finalmente, como ya se comentó, se complementa con una plomadita y una perla deslizante.

CALCULO

Se dice y no sin cierta razón que el que quiere saber utilizar correctamente un cuadrante y sacarle todo el provecho de sus posibilidades, debe haberlo construido antes.

No obstante se simplificaría la labor si lo adquirimos ya construido dado que el trazado (una de las ventajas de este cuadrante) es universal y solo cambia los círculos correspondientes a los horizontes.

Personalmente, tuve la suerte de adquirir una bella réplica actualizada, del cuadrante de Profatius realizada en latón, con un trazado preciso y claro grabado al ácido; el conjunto presenta una sencillez armoniosa, que contrasta con la robustez y el tamaño adecuado para su manejo. Es una versión moderna, de tal modo, que la posición de las estrellas que se incluyen, corresponden a la que se da en las efemérides de los observatorios astronómicos. Está realizada por Ars Temporis su director me concedió el permiso necesario para reproducir el dibujo en estas páginas.

No obstante, dado el carácter práctico y a modo de divertimento para aquellos amantes del bricolaje realizaremos el cálculo empezando por:

a) Escala de la declinación (δ): Los valores del desplazamiento, desde O (vértice del cuadrante), hacia el círculo terminal de Capricornio en el radio vertical, están dados por la fórmula $R \operatorname{tg} (90^\circ - \delta)/2$. Los pasos de las declinaciones las establecemos de 5° en 5° y el valor del radio consideramos $R = 13,1 \text{ cm}$.

δ	$\operatorname{tg}(90^\circ - \delta)/2$	D	δ	$\operatorname{tg}(90^\circ - \delta)/2$	D
90°	0	0	25°	0,6371	8,47
85°	0,0437	0,37	$23^\circ 27'$	0,6563	8,64 (canc)
80°	0,0875	0,75	20°	0,7	9
75°	0,1317	1,13	15°	0,7673	9,59
70°	0,1763	1,51	10°	0,8391	10,21
65°	0,2217	1,9	5°	0,9163	10,88
60°	0,2679	2,3	0°	1	11,5 (ecua)
55°	0,3153	2,71	-5°	1,0913	12,38
50°	0,364	3,13	-10°	1,1918	13,24
45°	0,4142	3,56	-15°	1,3	14,18
35°	0,5206	4,47	-20°	1,4282	15,28
30°	0,5774	4,96	$-23^\circ 27'$	1,5238	16,1 (capri)

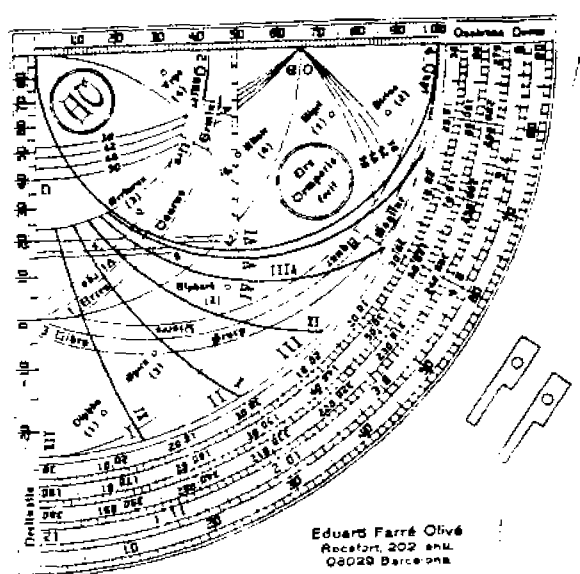


Fig. 4

b) Eclíptica: La distancia desde el punto O hasta el corte del círculo de Cáncer sobre el radio horizontal, es igual a $R \operatorname{tg} (90^\circ - \Sigma)/2 = 5,64$ siendo Σ la oblicuidad de la eclíptica, que en el momento presente, es de 23.44° y como el punto de proyección que corresponde al trópico de Capricornio dista desde O sobre el mismo radio pero en sentido inverso $R \operatorname{tg} (90^\circ + \Sigma)/2 = 13,1$.

La semisuma de ambos valores (9.37) representará el valor del radio del círculo y su centro, distará ese valor tomado desde el punto de corte hacia la prolongación hacia la izquierda del radio horizontal o lo que es lo mismo a 3.73 desde O.

Naturalmente el círculo debe pasar por el punto de declinación O.

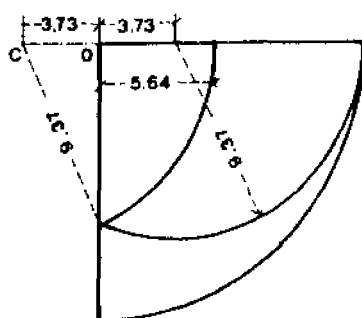


Fig.5

Tomando el mismo valor del radio que es de 9.37 y como centro una distancia de 3.73 desde O, sobre el radio horizontal pero ahora hacia la derecha, trazaremos un arco de círculo que forzosamente debe también pasar por el punto de declinación nula. El primer arco representa el doble trayecto primavera-verano replegándose sobre sí mismo desde verano-otoño. El segundo arco de la eclíptica representa el otoño-invierno e invierno-primavera.

El cálculo de la ascensión recta basándose en el conocimiento de la longitud eclíptica en la entrada de cada signo del zodiaco, se establece mediante la resolución del triángulo esférico

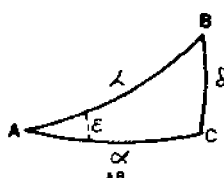


Fig.6

rectángulo ABC en el que el lado AB es la longitud eclíptica y múltiplo de 30°, BC es la declinación y AC representa la ascensión recta. El ángulo comprendido entre los lados AB y AC es la oblicuidad de la eclíptica (23°27'); si se aplica la relación del seno tenemos: $\sin \delta = \sin \Sigma \sin \lambda$ y la del coseno $\cos A.R. = \cos \lambda / \cos \delta$ por lo que la escala zodiacal queda de la siguiente manera:

SIGNO	A.R.	δ	FECHA	λ
ARIES	0	0	21-3	0°
TAURUS	27°56'	11°20'	21-4	30°
GEMINIS	57°51'	20°10'	21-5	60°
CANCER	90°	23°27'	21-6	90°
LEO	122°09'	20°10'	22-7	120°
VIRGO	152°04'	11°20'	22-8	150°
LIBRA	180°	0	23-9	180°
ESCORPIO	207°56'	-11°20'	20-10	210°
SAGITARIO	237°51'	-20°10'	22-11	240°
CAPRICORNIO	270°	-23°27'	22-12	270°
AQUARIO	302°09'	-20°10'	20-1	300°
PISCIS	332°04'	-11°20'	19-2	330°

Si cada segmento lo dividimos en treinta partes iguales, tendremos dividido cada segmento que corresponde a cada signo y la mediación se establecerá sobre la escala zodiacal del limbo, de un modo fácil y preciso.

c) Inclusión de estrellas: Así como era costumbre de incluir sobre la red del astrolabio plano ciertas estrellas seleccionadas con fines a determinar la hora solar durante la noche, también el cuadrante de Profatius, posee un serie de estrellas que en este caso van grabadas sobre la misma faz del cuadrante. Se escogen aquellas de primera magnitud y cuyas ascensiones rectas sean capaces de cubrir su visibilidad en cualquier estación del año. Se ofrece una relación de estrellas ordenadas por su ascensión recta.

ESTRELLA	A.R.	δ	CONSTELACION
RIHEL (1)	5h 13m	-8°	ORION
SIRIO (2)	6h 44m	-17°	CANIS MAJOR
REGULUS (2)	10h 07m	12°	LEO
SPICA (3)	13h 24m	-11°	VIRGO
ARTURUS (3)	14h 14m	19°	BOYERO
ALTAIR (4)	19h 49m	9°	AGUILA

Los números entre paréntesis representan los diferentes cuadrantes de ascensión recta y el modo consecutivo de lectura en la escala de ascensión recta, que como, se puede observar es cuádruple.

d) Escala de senos, cosenos y senos versos: Esta escala doble va grabada en el radio horizontal que se divide en cien partes iguales y sus funciones vendrán dadas directamente como decimales. Antiguamente los astrónomos estaban acostumbrados a la división sexagesimal, por esa razón, el radio lo dividían en sesenta partes iguales.

Si se enfila indirectamente al sol (jamás directamente por el peligro que representa para la visión), cuando la luz haya atravesado el agujero de la primera pínula y el haz luminoso incida sobre la perforación de la segunda, habremos obtenido la altura instantánea del sol (h) en ese momento, cuyo valor será leído en la escala que a tal fin dispone el instrumento en su limbo periférico.

Manteniendo fijo y tenso el hilo de la plomada sobre el valor angular obtenido en la escala, nos fijaremos en el punto en que corta al semicírculo horizontal (el del seno), y sobre ese punto de corte deslizaremos la perla y a continuación, lo trasladaremos moviendo pendularmente el hilo de la plomada hasta que la perla toque a la escala, leyendo sus valores de izquierda a derecha en el valor del seno de h . El coseno lo obtenemos de una manera similar pero empleando el semicírculo cuyo diámetro es el radio vertical. El seno verso de h ($1 - \cos h$) lógicamente será la unidad menos el valor obtenido anteriormente. Hacemos la salvedad de que cuando un ángulo es mayor a 90° su coseno es negativo y entonces su seno verso ($1 - \cos$) da un valor positivo.

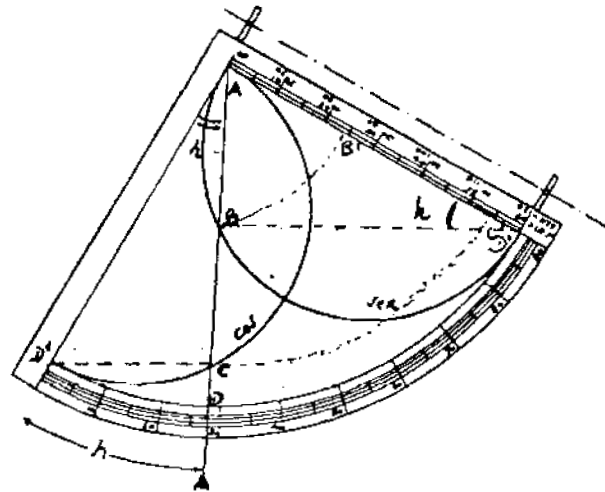


Fig.7

La demostración es muy simple fijándose en la figura

En el triángulo ABD se verifica que $AD \cdot \operatorname{sen} h = AB$; $AD = 1$ luego $AB = \operatorname{sen} h = AB'$. En el triángulo ACD por la misma razón $AD \cdot \cos h = AC$; $AD = 1$; $AC = \cos h = AC'$.

$$\text{Sen } v \text{ h} = 1 - \cos \text{ h} = \text{CD} = \text{C'D'}$$

f) Cálculo de los horizontes: Se seleccionan aquellos horizontes que responden a unas ciertas latitudes teniendo en cuenta que cada horizonte puede cubrir con cierta exactitud una diferencia de $\pm 2^\circ$. Bajo estas condiciones, si seleccionamos una gama de horizontes en los cuales hay una diferencia de 4° entre cada uno de ellos, existirá un solapamiento entre dos contiguos. Por ejemplo si seleccionamos el horizonte correspondiente a 36° , 40° , 44° cubriremos sobradamente la península Ibérica, con bastante nitidez y sin ningún detrimento significativo de la precisión.

Su trazado: Centro del círculo del horizonte : $R/\text{tg } \varphi = OO'$

Radio del círculo del horizonte : $R/\text{sen } \varphi = r$

Radio del círculo ecuatorial = R

Como conocemos el radio del círculo ecuatorial que según tabla anterior tiene un valor $R = 8,6$, entonces:

φ	r	OO'	DIFERENCIA
36°	14,63	11,83	$O(36)2,79$
40°	13,38	10,24	$O(40)3,14$
44°	12,38	8,9	$O(44)3,47$

Los dos arcos de los círculos que corresponden a cada horizonte tienen su origen en el punto E-W, una rama, la superior corta al radio vertical en los puntos $O(36)$, $O(40)$, $O(44)$, estando sus centros sobre la prolongación hacia arriba del radio vertical, a las distancias OO' , la inferior tienen sus centros en el mismo radio vertical pero hacia abajo desplazado las distancias $O'' = 11,83$, $10,24$, $8,9$ respectivamente y sus radios son de $14,63$, $13,38$, $12,38$ y estos arcos de círculos su parte inferior acaban cortando al círculo correspondiente al trópico de Capricornio.

El trazado superior de los círculos representa el arco seminocturno, mientras que el inferior representa el semidiurno. Se puede evitar el cálculo de la diferencia para hallar el semidiurno, si en la escala periférica del ángulo horario el superior, se mide en la escala con el número (2). circunstancia que acaece cuando el ángulo semidiurno es mayor de 90° , y sucede en las estaciones de primavera y verano.

Queda por describir la escala del ángulo horario, escala de doble recorrido, marcada en sentido directo con el número (1) y su inverso con el número (2) que se puede grabar en grados u horas. Si se da en grados, nos sirve para medir la altura de los astros y para pasar a tiempo no tendría dificultad, ya que si 15° equivalen a una hora, cada grado equivale a cuatro minutos de tiempo finalmente, el cuadrado de las sombras era un ábaco que en el astrolabio plano y en su dorso, era habitual; también este cuadrante lo incorpora. No es más que una escala de tangentes y cotangentes y sirve para fines de topografía. En las aplicaciones se hará un breve comentario.

NOTA: Debido a la extensión del presente artículo, su segunda parte que se refiere a la aplicación y uso del cuadrante será publicada en el próximo número (14) del boletín "Analema"

P. Dantillo nos informa de la extraña fauna que, según Lewis Carroll, habita en las inmediaciones de los Relojes de Sol, en el onírico Mundo en el que se introduce Alicia a través del espejo. La mayor parte de la "información" contenida en este artículo está obtenida del libro "Alicia Anotada", de Martin Gardner.

ALICIA Y EL JABBERWOCKY

El Rvdo. Charles Lutwidge Dodgson, diácono de la Iglesia Anglicana, profesor de matemáticas y fotógrafo aficionado, fué el autor bajo el seudónimo de Lewis Carroll de las muy conocidas narraciones infantiles *Alicia en el Pais de las Maravillas* (Alice's adventures in Wonderland) y *A través del Espejo* (Through the Looking-Glass, and what Alice Found There), publicadas hacia 1870

En esta última narración hay unas referencias directas a los cuadrantes solares, o mejor dicho, a la fantástica fauna que pulula junto a estos relojes, entre la que se destacan unas inquietantes bes-tezuelas: los "toves" y los "borogoves".

La descripción más acertada de los mismos es la que se encuentra en el poema épico *Jabberwocky* que Alicia somete a la interpretación de Humpty - Dumpty (Tentetieso, o el Gran Cocco).

Mas dejemos hablar a Alicia y a su extraño interlocutor :

-Es Vd. muy listo explicando el significado de las palabras, señor -dijo Alicia-. ¿Tendría la amabilidad de explicarme el significado del poema titulado "Jabberwocky" ?

-Oigámoslo -dijo Humpty-Dumpty-. Yo puedo explicar el significado de todos los poemas que se han inventado... y de muchos que no se han inventado aún.

Esto parecía muy prometedor y Alicia recitó la primera estrofa:

Jabberwocky

Twás brillig and the slithy toves
Did gyre and gimble in the wabe
All mimsy were the borogoves
And the mome raths outgrabe

-Ya es suficiente para empezar, interrumpió Humpty-Dumpty. Hay un montón de palabras difíciles. "Brillig" es la, hora en la cual se comienza a preparar las viandas para la cena, o sea las cuatro de la tarde

-Perfectamente, dijo Alicia, ¿y "slithy"?

-Bien "slithy" quiere decir a la vez, flexible y activo; es como una palabra-maleta: hay dos significados en una misma palabra

- Ahora ya lo comprendo, dijo Alicia con

tono pensativo. ¿Y qué son los "toves"?

-Bueno, los "TOVES" se parecen algo a los TEJONES, y hasta cierto punto son como LAGARTOS y retorcidos como SACACORCHOS

-Deben ser unos animales muy extraños.

-Sí que lo son, exclamó Humpty-Dumpty, y debo añadir que hacen sus madrigueras debajo de los CUADRANTES SOLARES, y que se ali-mentan de queso ...

-¿Y que significan "gyre and gimble" ?

-Quiere decir que dan vueltas como una peonza y a la vez vibran y perforan agujeros.

-Y la "wabe" será la glorieta donde está emplazado el cuadrante solar -Dijo Alicia, sorprendida de su propio ingenio-....



Fig 1 TOVES, Y BOROGOVES JUNTO A UN RELOJ DE SOL

Ilustración de J. Tenniel

No nos es posible proseguir describiendo esta esperpéntica Zoología Carrolliana, ya que nos abruma e inquieta el escalofriante mundo que se entrevé a través del espejo. Bástenos saber que el "borogove" es un pájaro, de aspecto miserable, con plumas erizadas en todos los sentidos como una escoba viviente, y que también existen los "Raths" animales parecidos a un cerdo verde, pero cuyo gruñido es intermedio entre mugido y silbido, con una especie de estornudo entre los dos.

Es muy difícil, por no decir imposible, traducir este peculiar inglés carrolliano, por sus originales e incluso extravagantes juegos de conceptos y palabras, intrincadas alusiones y oscuras referencias que aparecen en esta narración.

No obstante insertamos a continuación la "traducción", efectuada por F. Torres Oliver, que figura en la edición en español del libro de Martin Gardner "Alicia Anotada":

Jerigóndor

*Cocilaba el día y los toves agilimosos
Giroscopaban y barrenaban en el tarde
Todos debirables estaban los burgovos
Y silbramaban las alecas rastas.*

En este caso "Humpty-Dumpty" se convierte en "Tentetieso", y el significado de las palabras inglesas y castellanas es la siguiente:

BRILLIG- de BRYL, (broil) traducido por "cocilaba", hora de cocinar la comida.

SLYTHY- Voz compuesta de SLIME y LITHE o sea suave y activo ("agilimosos")

TOVE- Un animalillo, cuyo aspecto era algo así como un tejon-lagarto-sacacorchos

GYRE- de "Giaur": dar vueltas y arañar

GYMBLE- Barrenar, agujerear

WABE, de "Swab". Ladera de una colina, campo abierto, traducido por "tarde":

MIMSY- Infeliz, mísero

BOROGOVE- Una especie de loro zancudo. Carecía de alas, tenía el pico colgante y anidaba junto a los relojes de sol

MOHE- Grave, solemne.

etc. etc.

Aunque parezca extraño, estas palabras convenientemente "traducidas" al francés forman parte de una de las canciones-aullido del grupo de Colette Magny, que han sido publicadas por E.D.I.G.S.A. en un disco titulado *Feu et Ritme*. Voilà:

*C'était grilheure; les slictuex toves
Sur l'alloinde gyaient et vriblaient
Tout flivoreux vaguaient les borogoves
Les verchons fourgus bourniflaient*

Humpty-Dumpty se convierte en "Le Gros Coco". Afortunadamente los "toves" y "borogoves" conservan su nombre. No así otros conceptos -por no decir otras palabras- por ejemplo la "wabe" se traduce al francés como "alloinde" y los cerdos mugidores verdes (que están "fourgus") son "verchons", y sus mugidos-silbidos-estornudos "bourniflements".o

sea: "quelque chose d'intermédiaire entre beugler et siffler"....

En alemán la primera estrofa de este poema épico es como sigue:

Der Jammerwoch

*Es brillig war. Die schlichten Toven
Wirten und wimmelten in Waben
Und aller-mumsigue Burggoven
Die mohmen Râth' ausgabe.*

Ach !.

Ofrécemos a nuestros queridos amigos, de "La Busca de Paper", (Boletín de la Societat Catalana de Gnomònica), esta "adaptación" al catalán:

*Era brashora, els toves llisquitosos
Camllá baldutrembarrinaven
Els borogoves, com sempre, malgrenjosos...
Vercells esgarficuts ronxaven*

"Jabberwocky" es el título de la balada o poema épico que Alicia encuentra en un libro escrito al revés, cuando coloca al Rey Blanco en su tablero

Como hemos visto anteriormente Alicia recita solamente la primera estrofa del mismo, para que Humpty-Dumpty la interprete y se la explique.

El poema describe la lucha a muerte contra el horripilante dragon Jabberwocky (El Jerigóndor, Le Jaseroque, Der Jammerwoch) que finalmente es vencido por el héroe, con su espada "Vorpal"



Fig.2. JABBERWOCKY (EL JERIGONDOR)

NOTAS Y COMENTARIOS

1. CONFERENCIA INTERNACIONAL

La Asociación Astronómica Hungara (UAV) nos comunica que durante los días 29 de Septiembre de 1995 hasta el 1 de Agosto se celebrará en la ciudad de Debrecen unas reuniones internacionales de astrónomos aficionados, que corresponderán a la VII Conferencia Nacional de Historia de la Astronomía y a la III Conferencia Internacional sobre Relojes de Sol.

El tema central de estas reuniones y conferencias será el siguiente:

Historia de la Investigación Solar y de la influencia del Sol sobre la Tierra

Las personas que deseen una información mas detallada pueden pedirnos el programa o, preferiblemente, ponerse en contacto con alguno de los organizadores cuya dirección indicamos. (Los idiomas de trabajo serán el alemán y el húngaro)

LAJOS BARTHA	JUDIT KOCZOK
Fachleiter des UAV	Kulturmanagerin
Frankei Leo u.36	Hunyadi u. 1-3
1023 Budapest	4026 Debrecen
Te: +361/1862313	Te: +3652/416040

2. RELOJES EN LA COMUNIDAD DE MADRID

A continuación presentamos una relación de algunos lugares de la Comunidad de Madrid donde han sido identificados uno o varios relojes solares:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1.- Aosta | 17.- Getafe |
| 2.- Alcorcon | 18.- Guadalix de la S. |
| 3.- Aranjuez | 19.- Hoyo de M |
| 4.- Aravaca | 20.- Leganes |
| 5.- Buitrago | 21.- Navacerrada |
| 6.- Cenicientos | 22.- Navalcarnero |
| 7.- Colmenar de A. | 23.- Navalafuente |
| 8.- Colmenar Viejo | 24.- Pinilla del Valle |
| 9.- Collado Mediano | 25.- Rascafría |
| 10.- Deganzo | 26.- San S. de los Reyes |
| 11.- El Escorial | 27.- Santonjáz |
| 12.- El Molar | 28.- Soto del Real |
| 13.- El Pardo | 29.- Torrejon de A. |
| 14.- El Plantío | 30.- Torres de la A. |
| 15.- Fuente el Saz | 31.- Valdeaguna |
| 16.- Gandullas | 32.- Valdemorillo |

No están incluidos los que se encuentran en la Villa de Madrid, o en los Museos.

La anterior relación es un resumen de los datos facilitados por J. del Buey y J. Esteban, a los que agradecemos su desinteresada colaboración.

3. DE ICONOGRAFIA

Con este mismo titulo, en el Boletín nº-12 se publicó una Nota en la que se indicaba que eran muy escasas las representaciones pictóricas de los relojes solares, (excepto en los libros y tratados específicamente dedicados a la gnomónica, como es natural)

Uno de nuestros lectores nos indica tres obras gráficas en las que sí aparecen relojes de sol.

La primera es el muy conocido cuadro de Holbein titulado "Los Embajadores", que está en la Galería Nacional de Londres.

La segunda la constituye el retrato de Kratzer, del mismo autor, que se encuentra en El Louvre.

Finalmente la tercera, menos conocida, es un grabado de Urs Graf que representa un melancólico personaje que consulta un reloj de sol portátil.

Hacemos notar que estas referencias ya figuran en el excelente libro de José Luis Basanta titulado *Relojes de Piedra en Galicia*.

JLB

4. SOBRE EL RELOJ DE ESPARTINAS

En "Analema" 11 figura un ameno artículo de B. Soteras en el que se glosa un texto de Rodríguez Marín, referente al tejadillo que construyeron sobre un reloj de sol, en el pueblo de Espartinas.

Hemos recibido varias notas de nuestros lectores en la que se nos indica que una anécdota semejante (falsa, por supuesto) es atribuida a varios otros pueblos de España -y de otros países-.

Efectivamente, hemos visto esta historia repetida numerosas veces, aplicada generalmente a sus respectivos alcaldes, párrocos o regidores.

A propósito de la misma reproducimos una letrilla de Juan Eugenio Hartzenbuch, escrita hacia 1840, que traslada a tierras americanas este singular tejadillo protector de la lluvia:

Un reloj de sol hicieron
los indios, allá de Quito;
parecióles tan bonito
que un tejado le pusieron.

De lluvia lo guarecieron
pero el Sol ya no le dió:
sin él, de nada sirvió.

*No sirve una ley madura
por alguna añadidura
que un tanto celo inspiró*

Como es usual en estas fábulas, el terceto final constituye una sentencia moralizante. En este caso se previene contra el exceso de celo, que puede desvirtuar la aplicación de las leyes "maduras".

NOTAS Y COMENTARIOS

5. RIPIOS GNOMONICOS

A. Majó Díaz, antiguo gnomonista, brillante conferenciante, y asociado nuestro, nos envía desde Barcelona la siguiente composición rimada, escrita en cuartetas libres (casi ácratas o por lo menos bastante liberados) por el Dr. Enrique Low-Maus.

¿RELOJ DE SOL O RELOJ DE CESIO?

La Gnomónica
es más armónica,
por ser astronómica,
que la energía atómica.

El reloj radioactivo
marca el tiempo muy exacto
¡Mas su precio es prohibitivo
y es un enorme artefacto!

Dicen que en un millón de años
solo se desvía un segundo
pero sus rayos causan daños
que perjudican a nuestro mundo.

Gira el Sol, sin equivocación
desde el día de la Creación
y nos protege con sus rayos
de muchos males y desmayos

Considera el coste
de un reloj de sol:
basta un simple poste
para su control

Resulta evidente
que es más conveniente
confiar en nuestro Astro
que comprar *Cesio* ¡Yaya gasto!

ELM

Como comentario a las anteriores liberrimas estrofas, insertamos el resumen que de este tema ha redactado nuestro colaborador P. Dantillo:

No, no es económico
ni tampoco sano
el reloj atómico.
¡Ten cuidado, hermano!

En cambio, el cuadrante
solar, que aquí usamos
es más elegante.

¡Y lo "sponsoramos"!

Y así terminamos
exacto y preciso
este comentario.
Recordad mi aviso.

¡ DE LA RADIACIÓN

LIBRANDO, SEÑOR !

6. LA GNOMONICA EN "CRONOMETRIA POPULAR"

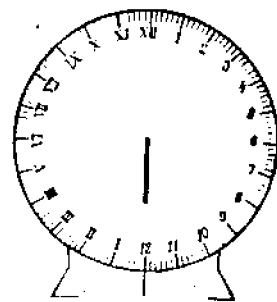
Nos referimos al libro que con este título fué escrito por JOSE PANE Y ARTIGUES, y que nos ha sido presentado por nuestro asociado M.A. Hacer

Fué publicado en Lérida y distribuido por la Librería de Lorenzo Corominas, importante librero de dicha ciudad a principios del siglo actual

Aunque no figura la fecha de edición, debió ser publicado hacia el año 1906

El libro está dividido en dos secciones distintas:

Cronometría Popular



CONTIENE:

Instrucciones sobre el tiempo con reglas fijas para el buen régimen de los relojes. Medios e instrumentos nuevos que facilitan la construcción de cuadrantes solares.

Por Jose Pane y Artigues

La primera se denomina "*Instrucciones sobre el tiempo, con reglas fijas para el buen régimen de los relojes*". En ella, tras una breve y resumida historia de algunos instrumentos medidores del tiempo, explica la razón por la cual los relojes mecánicos no pueden indicar la hora solar. Inserta una tabla de la Ecuación del Tiempo que está tomada del muy conocido anuario del Observatorio de París *La connaissance des Temps*, con autorización de su Director M. Loewi, según nos indica el autor.

La segunda sección se denomina "*Medios e instrumentos nuevos que facilitan la construcción de cuadrantes solares*" y constituye un breve tratado de Gnomónica práctica

En realidad se trata de la minuciosa descripción de una serie de métodos empíricos y geométricos para la construcción de cuadrantes solares. Comienza por la determinación de la meridiana por el conocido sistema de los círculos indios, y también propone el método de alturas iguales de un astro.

Para este segundo sistema indica como construir un rudimentario teodolito, que permite trazar gráficamente los azimutes de una estrella cuando alcanza una altura prefijada

Para la construcción del reloj horizontal utiliza como elemento auxiliar un reloj mecánico, puesto en hora (las 12) cuando la sombra de un gnomón cae sobre la meridiana.

En definitiva: se trata de uno de los numerosos libros que intentan "vulgarizar" -de ahí su título- la construcción de cuadrantes, sin necesidad de conocimientos matemáticos, ni de ninguna fórmula de cosmografía elemental, empleando únicamente métodos empíricos y sencillos instrumentos

ML

Se concluye en el presente Boletín el artículo comenzado en el anterior boletín "Analema" (Nº 12)

ASTROLABIOS (II)

A. DE VICENTE

$$(6.0.2) \quad \left| \begin{array}{l} S = \cos \alpha_c \\ T = \sin \alpha_c \end{array} \right.$$

—b₃) Si $\alpha = 0$ o $\alpha = 180^\circ$ se obtiene una proyección desde un punto situado en Plano Ecuatorial (ASTROLABIO DE ROJAS con $\rho = \infty$ ASTROLABIO DE LA HIRE con $\rho = 1,7071$ o ASTROLABIO GEMMA FRISIUS con $\rho = 1$) Los valores buscados son:

$$(6.0.3) \quad \left| \begin{array}{l} S = -\sin \alpha_c \\ T = \cos \alpha_c \end{array} \right. \quad \text{con } \alpha = 0$$

y

$$(6.0.3) \quad \left| \begin{array}{l} S = \sin \alpha_c \\ T = -\cos \alpha_c \end{array} \right. \quad \text{con } \alpha = 180^\circ$$

Con estos datos se resuelven, entre otros, los siguientes casos:

1º) Meridianos y Paralelos Celestes $\alpha_c = 90^\circ$

- 1.1) Proyección desde el Nadir de H $\alpha = \alpha_H$

$$(6.1.1) \quad \left| \begin{array}{l} S = c_h = -\cos \alpha_H \\ T = f_h = \sin \alpha_H \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Caso del Astrolabio} \\ \text{Horizontal} \end{array}$$

- 1.2) Proyección desde el Polo Sur $\alpha = 90^\circ$

$$(6.1.2) \quad \left| \begin{array}{l} S = 0 \\ T = 1 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Caso del Astrolabio} \\ \text{Plano} \end{array}$$

- 1.3) Proyección desde el Ecuador $\alpha = 0$

$$(6.1.3) \quad \left| \begin{array}{l} S = -1 \\ T = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Caso del Astrolabio} \\ \text{Gemma Frisius, Rojas} \\ \text{y La Hire} \end{array}$$

2º) Almicantaradas, Verticales y Plano del Horizonte $\alpha_c = \alpha_H$

$$(6.2.0) \quad \left| \begin{array}{l} S = \sin(\alpha - \alpha_H) \\ T = \cos(\alpha - \alpha_H) \end{array} \right. \quad \text{Formula General}$$

- 2.1) Proyección desde el Nadir de H $\alpha = \alpha_H$

$$(6.2.1) \quad \left| \begin{array}{l} S = 0 \\ T = 1 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Caso del Astrolabio} \\ \text{Horizontal} \end{array}$$

- 2.2) Proyección desde el Polo sur $\alpha = 90^\circ$

$$(6.2.2) \quad \left| \begin{array}{l} S = \cos \alpha_H \\ T = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Caso del Astrolabio} \\ \text{Plano} \end{array}$$

- 2.3) Proyeccion desde el Ecuador $\alpha = 0$

(6.2.3)

$$S = -\text{sen}\alpha_v$$

$$T = \cos\alpha_H$$

EJEMPLOS-C) DESARROLLO Y ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS-C1) Calculo de la Ecliptica con $\varphi = 1$

En este caso se verifica $\alpha_c = 90^\circ + 23^\circ 27'$ y $\delta_s = 0$, por definici3n de Ecliptica.

Los "Coeficientes de Latitud" toman los valores siguientes:

(6.2.0)

$$S = -\cos(\alpha - 23^\circ 27')$$

$$T = \text{sen}(\alpha - 23^\circ 27')$$

Con estos datos la ecuaci3n del c3rculo de la ecliptica (5.3.1), pasa a ser

$$(5.3.1.1) \quad T x^2 + T y^2 - 2S(Z+1)y - (Z+1)^2 T = 0$$

Su centro y radio tienen los valores

$$\text{Centro (8.5.3.1.1)} \quad x=0 \quad ; \quad y = \frac{S}{T} (Z+1)$$

$$\text{Radio (9.5.3.1.1)} \quad R = \frac{1+Z_A}{T}$$

Si la proyecci3n se realiza desde los siguientes puntos dados a continuaci3n de la Esfera Celeste, los coeficientes S y T pasan a tener los siguientes valores:

- 1.1) Proyeccion desde el Nadir de Hc ($\alpha = \alpha_c$)

(6.2.1)

$$S = 0$$

Caso del Astrolabio
Horizontal con $\alpha_H = \alpha_c$

$$T = 1$$

- 1.2) Proyeccion desde el Polo Sur ($\alpha = 90^\circ$)

(6.2.2)

$$S = -\text{sen} 23^\circ 27'$$

Caso del Astrolabio
Plano

$$T = \cos 23^\circ 27'$$

- 1.3) Proyecci3n desde el Ecuador ($\alpha = 0$)

(6.2.3)

$$S = -\cos 23^\circ 27'$$

$$T = -\text{sen} 23^\circ 27'$$

=C₂) Meridianos con proyección desde el Nadir de H (Plano $Z_A=0$)
Astrolabio Horizontal ($\rho=1$)

- Por ser meridiano de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por realizarse la proyección desde el Nadir $\alpha = \alpha_n$

$$(6.1.1) \quad \begin{cases} S = c = -\cos \alpha_n \\ T = f = \sin \alpha_n \end{cases}$$

El círculo proyectado sobre $Z_A = 0$ tiene como ecuación

$$(5.2.1.1) \quad x^2 + y^2 + 2 \frac{\tan \gamma_c}{\cos \alpha_n} x - 2 \tan \alpha_n y - 1 = 0$$

$$\text{Centro (8.5.2.1.1)} \quad x_c = -\frac{\tan \gamma_c}{\cos \alpha_n}; \quad y_c = \tan \alpha_n$$

$$\text{Radio (9.5.2.1.1)} \quad R = \frac{1}{\cos \alpha_n \cos \gamma_c}$$

=C₃) Meridiano con proyección ortogonal dirección Polo Sur ($\rho=\infty$)

- Por ser meridiano de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por realizarse la proyección en dirección Polo Sur a Polo Norte $\alpha = 90^\circ$

$$(6.1.2) \quad \begin{cases} S = 0 \\ T = 1 \end{cases}$$

El lugar geométrico resultante es el:

$$(5.2.2.2) \quad \sin \gamma_c x - \cos \gamma_c y = 0$$

es decir rectas que pasan por el origen.

=C₄) Meridiano con proyección ortogonal desde una dirección paralela al Ecuador Celeste (Astrolabio de Rojas) ($\rho=\infty$)

- Por ser meridiano de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por realizarse la proyección desde un punto situado en Ecuador Celeste $\alpha = 0$

$$(6.1.3) \quad \begin{cases} S = -1 \\ T = 0 \end{cases}$$

La fórmula resultante es la elipse:

$$(5.2.2.3) \quad x^2 + \cos^2 \gamma_c y^2 - \cos \gamma_c = 0 \quad \text{Centro (8.5.2.2.3)} \quad x_c = 0; \quad y_c = 0$$

$$\text{Ejes (9.5.2.2.3)} \quad \begin{cases} a_c = \cos \gamma_c \\ b_c = 1 \end{cases}$$

=C₅) Meridiano con proyección desde la dirección del Nadir ($\rho=\infty$)

- Por ser meridiano de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por proyección desde la dirección del Nadir $\alpha = \alpha_n$

$$(6.1.1) \quad \begin{cases} S = -\cos \alpha_n \\ T = \sin \alpha_n \end{cases}$$

La ecuación resultante viene dada por:

$$(5.2.2.1) \quad (1 - \sin^2 \alpha_n \cos^2 \gamma_c) x^2 + \cos^2 \gamma_c y^2 - 2 \sin \alpha_n \sin \gamma_c \cos \gamma_c xy - \cos^2 \alpha_n \cos^2 \gamma_c = 0$$

Elipse cuyo centro y ejes son:

Centro (8.5.2.2.1) $x=0$; $y=0$

Ejes (9.5.2.2.1) $a = \cos \alpha_H \cos \delta_H$ $b=1$

El ángulo de giro, definido por $\tan \gamma = -\frac{\sin \alpha_H}{\tan \delta_H}$ que pasa la elipse a ejes canónicos, es tal, que el eje principal YO , coincide con las líneas del reloj horizontal en dicho punto H. (Véase ANEXO) (0.4.0)

C.) Paralelo con proyección desde el Polo Sur y sobre el plano $Z_A = 0$, ($\rho = 1$). Astrolabio Plano.

- Por ser paralelo de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por proyección desde el Polo Sur $\alpha = 90^\circ$

$$(6.1.2) \quad \left| \begin{array}{l} S = c = 0 \\ T = f = 1 \end{array} \right.$$

De este modo se llega al círculo siguiente:

$$(5.3.1.2) \quad x^2 + y^2 = \frac{\cos^2 \delta_0}{(1 + \sin \delta_0)} = \tan^2(45^\circ - \frac{\delta_0}{2})$$

Centro (8.5.3.1.2) $x=0$; $y=0$

Radio (9.5.3.1.2) $R = \frac{\cos \delta_0}{1 + \sin \delta_0} = \tan(45^\circ - \frac{\delta_0}{2})$

C.) Paralelo con proyección ortogonal desde un punto del plano del Ecuador $\rho = \infty$ Astrolabio de Rojas.

- Por ser paralelo de la Esfera Celeste $\alpha_c = 90^\circ$
- Por proyección desde un punto del Ecuador $\alpha = 0$

$$(6.1.3) \quad \left| \begin{array}{l} S = -1 \\ T = 0 \end{array} \right.$$

La ecuación (5.3.1) pasa a ser

$$(5.3.2.3) \quad y = \sin \delta_0 \quad \text{es decir una recta.}$$

C.) CURVAS CORRESPONDIENTES A LAS HORAS BABILONICAS, ITALICAS Y ECLIPTICA

En este caso y para desarrollar el "Vector Base" se deben cumplir las siguientes condiciones:

- 1º $\lambda = \lambda$
- 2º La latitud $\alpha_c = \alpha_H$
- 3º Por ser círculos máximos $\delta_0 = 0$. Por consiguiente las curvas solución son tangentes a los paralelos ($90^\circ - \alpha_H$)
- 4º Son función del vector k , donde $\lambda' = 0$ y $\lambda = \pm 15t_0$.

Por tanto el "Vector Base" viene expresado por

$$(5.0) \quad \vec{i}_A \frac{\sin \gamma \sin \alpha \cos \lambda + \cos \gamma \sin \lambda}{-S \sin \gamma + c \cos \gamma \cos \lambda + \rho} (Z_A + \rho) + \vec{j}_A \frac{\sin \gamma \cos \alpha \cos \lambda + \cos \gamma \sin \lambda}{-S \sin \gamma + c \cos \gamma \cos \lambda + \rho} (Z_A + \rho) =$$

y donde:

$$(10) \quad \begin{cases} S_0 = c \sin \alpha_w \sin \lambda + f \cos \alpha_w \\ T_0 = f \sin \alpha_w \sin \lambda - c \cos \alpha_w \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Coeficientes} \\ \text{Complementarios} \\ \text{de Latitud} \end{array}$$

Eliminando λ mediante la fórmula (0.1.3), se obtiene (11.1) el lugar geométrico correspondiente a las líneas Itálicas, Babilónicas o Eclíptica, para lo cual y siguiendo lo indicado en (0.1.0) se llega a

$$(0.1.3) \quad \begin{cases} A = \sin \alpha_w \cos \lambda (Z_0 + \rho) & M = T_0 (Z_0 + \rho) & H = 0 & C = -S_0 \\ B = \sin \lambda (Z_0 + \rho) & N = -f \cos \lambda (Z_0 + \rho) & J = 0 & D = c \cos \lambda \\ & & & F = \rho \end{cases}$$

El resultado final es: (11.1)

$$\left[\rho^2 T_0^2 + \cos^2 \lambda (\rho^2 f^2 - \cos^2 \alpha_w) \right] x^2 + \left[\rho^2 (\sin^2 \alpha_w \cos^2 \lambda + \sin^2 \lambda) - S^2 \right] y^2 - 2 \left[\rho (T_0 \sin \alpha_w + f \sin \lambda) \cos \lambda + S \cos \lambda \cos \alpha_w \right] xy - 2 (Z_0 + \rho) T \cos \lambda \cos \alpha_w x - 2 (Z_0 + \rho) S T y - T (Z_0 + \rho)^2 = 0$$

DISCUSION

Si $\rho = 1$ Proyección estereográfica y la (11.1) fórmula anterior se convierte en la:

$$(11.1.1) \quad x^2 + y^2 - 2 \frac{\cos \alpha_w \cos \lambda}{T} (Z_0 + 1) x - \frac{2S}{T} (Z_0 + 1) y - (Z_0 + 1)^2 = 0 \quad (\text{Ver Anexo 5})$$

$$\text{Centro (8.11.1.1)} \quad x_c = \frac{\cos \alpha_w \cos \lambda}{T} (Z_0 + 1) \quad ; \quad y_c = \frac{S}{T} (Z_0 + 1)$$

$$\text{Radio (9.11.1.1)} \quad R = \frac{(Z_0 + 1)}{T}$$

Dado que los centros son función de λ ; al variar esta, su lugar geométrico se calcula a continuación eliminando λ en la fórmula (8.11.1.1) y aplicando la (0.1.0):

$$(0.1.4) \quad \begin{cases} A = 0 & M = (Z_0 + 1) f \cos \alpha_w & H = 0 & C = -c \cos \alpha_w \\ B = (Z_0 + 1) \cos \alpha_w & N = 0 & J = (Z_0 + 1) c \sin \alpha_w & D = 0 \\ & & & F = f \sin \alpha_w \end{cases}$$

se llega finalmente a la cónica

$$(12) \quad \sin^2 \alpha_w x^2 + (f \sin^2 \alpha_w - c^2 \cos^2 \alpha_w) y^2 + 2 (Z_0 + 1) c f y + (Z_0 + 1)^2 (c^2 \sin^2 \alpha_w - f^2 \cos^2 \alpha_w) = 0$$

Si la fórmula

$$(13) \quad -4 \sin^2 \alpha_w (f^2 \sin^2 \alpha_w - c^2 \cos^2 \alpha_w) > 0 \quad \left[\begin{array}{l} \text{Hipérbola} \\ \text{Parábola} \\ \text{Elipse} \end{array} \right.$$

que desarrollada

$$\tan^2 \alpha_w > \frac{c^2}{f^2} > \cot^2 \alpha_w \quad \left[\begin{array}{l} \text{Hipérbola} \\ \text{Parábola} \\ \text{Elipse} \end{array} \right.$$

Con estas condiciones se presentan los siguientes casos teniendo en cuenta que se verifica

- 1º) Caso general

$$(13) \quad \alpha_H \lesseqgtr \frac{\pi}{2} - \alpha \quad \left[\begin{array}{l} \text{Hipérbola} \\ \text{Parábola} \\ \text{Elipse} \end{array} \right.$$

El Lugar Geométrico buscado lo da la formula (12)

- 2º) Proyección desde el Nadir. (Astrolabio Horizontal)
En este caso se verifica $\alpha = \alpha_H$ y (13) pasa a ser

$$(13.1) \quad \alpha_H \lesseqgtr \frac{\pi}{4} \quad \left[\begin{array}{l} \text{Hipérbola} \\ \text{Parábola} \\ \text{Elipse} \end{array} \right.$$

y la cónica se transforma en la:

$$(12.1) \quad \text{sen}^2 \alpha_H x^2 + (\text{sen}^2 \alpha_H - \text{cos}^2 \alpha_H) y^2 - 2(Z+1) \text{sen} \alpha_H \text{cos} \alpha_H y = 0$$

- 3º) Proyección desde el Polo Sur. (Astrolabio Plano)
Se tiene que $\alpha = 90^\circ$ y la cónica toma la forma

$$(12.2) \quad \text{tg}^2 \alpha_H x^2 + \text{tg}^2 \alpha_H y^2 - (Z+1)^2 = 0$$

- 4º) Proyección desde el Ecuador.
Al ser $\alpha = 0$ se llega a la hipérbola

$$(12.3) \quad x^2 - \text{cot}^2 \alpha_H y^2 + (Z+1)^2 = 0$$

Si $\rho = \infty$ la Proyección es ortográfica y la formula (11.1) se convierte en

$$(14) \quad [T_0^2 + f \text{cos}^2 \lambda] x^2 + [\text{sen}^2 \alpha_H \text{cos}^2 \lambda + \text{sen}^2 \lambda] y^2 - 2(T_0 \text{sen} \alpha_H + f \text{sen} \lambda) \text{cos} \lambda xy - T^2 = 0$$

Ejemplo: MERIDIANOS en el Astrolabio de Rojas. Se tiene $T_0 = 1$ y $T = \text{sen} \lambda$

La cónica resultante es:

$$(14.1) \quad x^2 + \text{sen}^2 \lambda y^2 - \text{sen}^2 \lambda = 0$$

que es la misma ecuación que la (5.2.2.3) con otra variable.

C.) ESTUDIO SOBRE LA ECLIPTICA (con $\lambda=0$)

Dada la importancia de esta curva los "Astrolabios universales" tienen como elemento fundamental la definición de la ecliptica como una recta, para lo cual el punto de proyección se situa en la recta origen-Punto Aries (0, - ρ , 0) del Triedro (2) Por tanto $\alpha = 0$

Si $\rho = \infty$ Astrolabio de Rojas

Si $\rho = 1,7071$ Astrolabio de La Hire

Si $\rho = 1$ Astrolabio de Gemma Frisius

Asi mismo por pasar la ecliptica por el punto (0, -1, 0) del Triedro (2) se tiene $\lambda = 0$. Por consiguiente la fórmula de la Ecliptica tomará la expresión siguiente, teniendo en cuenta que:

$$(10.1.3) \quad \begin{array}{l} T_0 = -\text{ccos} \alpha_H = -\text{cos} \alpha_H \\ T = f \text{sen} \alpha_H = 0 \\ S = \text{csen} \alpha_H = \text{sen} \\ S_0 = f \text{cos} \alpha_H = 0 \end{array}$$

Entrando con estos valores en la fórmula (11.1) se llega finalmente a

$$(11.1.2) \quad x \cdot \sin 23^\circ 27' + y \cdot \cos 23^\circ 27' = 0$$

que es independiente del valor de ρ

=C10) COORDENADAS DE UN PUNTO DE LA ESFERA CELESTE

Sobre un plano Z_A y con $\rho = 1$. Proyección desde el Polo Sur
(Astrolabio plano)

- Por emplear las variables δ y λ , como coordenadas, se tiene

$$\alpha_c = \lambda = 90^\circ$$

- Por proyección desde el Polo Sur

$$(6.1.2) \quad \begin{cases} S = 0 \\ T = 1 \end{cases}$$

La fórmula (5) pasa a ser:

$$(5.4) \quad (\vec{P}_1 - \vec{O}_A)_A = \vec{i} \frac{-\cos \delta \cos \lambda}{-S \cos \delta \sin \lambda + T \sin \delta + 1} (Z_A + 1) + \vec{j} \frac{T \cos \delta \sin \lambda + S \sin \delta}{-S \cos \delta \sin \lambda + T \sin \delta + 1} (Z_A + 1)$$

que en este caso se convierte en:

$$(5.4.1) \quad (\vec{P}_1 - \vec{O}_A)_A = \vec{i} \cos \lambda \left(\tan \left(45^\circ - \frac{\delta}{2} \right) (Z_A + 1) \right) + \vec{j} \sin \lambda \left(\tan \left(45^\circ - \frac{\delta}{2} \right) (Z_A + 1) \right)$$

Al mismo resultado se llega tomando las coordenadas del punto P_1 como en la fórmula (5.1) siendo $\gamma_c = \delta_c = 90^\circ$ y S y T dadas por (6).

=C11) CALCULO DE LA LINEA DEL HORIZONTE

Con $\rho = 1$ y $Z_A = Z_A$ Proyección desde el Polo Sur
(Astrolabio Plano).

- Por ser una Almicanzada $\alpha_c = \alpha_h$
- Por ser Círculo Máximo $\delta_c = 0$
- Por proyección desde el Polo Sur

$$(6.2.2) \quad \begin{cases} S = \cos \alpha_h \\ T = \sin \alpha_h \end{cases}$$

La fórmula final pasa a ser basandose en la (5.3.1)

$$(5.3.1.1) \quad x^2 + y^2 - 2(Z_A + 1) \operatorname{ctg} \alpha_h y - (Z_A + 1)^2 = 0$$

Centro (8.5.3.1.1) $x = 0$; $y = \frac{Z_A + 1}{\operatorname{tg} \alpha_h}$

Radio (9.5.3.1.1) $R = \frac{Z_A + 1}{\operatorname{sen} \alpha_h}$

ERRATAS

— Pag. 1 Línea 34. | Dice "latitud" ; Debe decir "longitud"

— Pag. 3 Línea 17 | Dice $(\vec{P}_1 - \vec{O}) = \frac{P_1 r}{R_A + \rho} (Z_A + \rho)$
D.d. $(\vec{P}_1 - \vec{H}) = \frac{P_1 r}{R_A + \rho} (Z_A + \rho) r$

ANEXO

- 1) Dado el Vector $\vec{i} \frac{A \sin \zeta + B \cos \zeta + H}{C \sin \zeta + D \cos \zeta + F} + \vec{j} \frac{M \sin \zeta + N \cos \zeta + J}{C \sin \zeta + D \cos \zeta + F}$ la curva resultante de eliminar ζ queda de la forma siguiente

$$\boxed{\begin{aligned} & \left[(CJ - FM)x - (CH - FA)y + (MH - AJ) \right]^2 + \left[(DJ - FN)x - (DH - FB)y + (NH - BJ) \right]^2 = \\ & = \left[(DM - CN)x - (DA - CB)y + (AN - BM) \right]^2 \end{aligned}} \quad (0.1.0)$$

- 2) Los Coeficientes Trigonometricos de Posicion "C.T.P" tienen como expresion

$$\boxed{\begin{aligned} c_1 &= -\sin \chi \cos \zeta, \sin \chi \cos \zeta, \\ d_1 &= \cos \chi \cos \zeta, \\ f_1 &= -\cos \chi \cos \zeta \sin \chi + \sin \chi \sin \zeta, \end{aligned}} \quad (0.2.0)$$

- 3) Los ejes principales de la cónica $Ax^2 + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$ son

$$\boxed{a_1 = \frac{\frac{D^2}{4A} + \frac{E^2}{4C} - F}{A} \quad ; \quad b_1 = \frac{\frac{D^2}{4A} + \frac{E^2}{4C} - F}{C}} \quad (0.3.0)$$

- 4) Los ejes principales de la cónica $Ax^2 + Bxy + Cy^2 + F = 0$ se hallan cambiando de ejes segun

$$\boxed{\begin{aligned} x &= x_1 \cos \zeta + y_1 \sin \zeta \\ y &= x_1 \sin \zeta + y_1 \cos \zeta \end{aligned}}$$

de modo que el coeficiente en $x_1 y_1$ sea nulo en funcion del angulo auxiliar ζ y posteriormente aplicando las ecuaciones (0.3.0)

- 5) Si $\rho=1$ en la formula (11.1) los coeficientes de x e y toman el valor T y el de xy, el valor 0. El resultado; la formula (11.1.1) Esta es la misma que la (5.3.1.1) siendo $\lambda = \lambda$

