

ANALEMA

BOLETIN DE LA ASOCIACIÓN DE
AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

SUMARIO

- 1 EDITORIAL Editor
- 2 ABSTRACTS Redacción
- 3 ¿ 24 HORAS O 10 HORAS ? L. Marquet
- 9 UN ERROR DE PEDRO DE ENGUERA EN SU "ADDI-
CIÓN" AL "TRATADO DE VARIA COMMENSURA-
CIÓN" DE JUAN DE ARFE M. Guía y E. Casado
- 11 NOTAS Y COMENTARIOSRedacción
- 14 RESEÑAS DE LIBROSEditor
- 15 EL RELOJ DE SOL DEL MUSEO DE ENSÉRUNEMM.Valdés
- 17 GNOMÓNICA VECTORIAL (IV)A. de Vicente
- 20 EL ÁBACO DE CLAVIUS PARA EL TRAZADO DE
RELOJES DECLINANTES M. Lombardero

La Asociación de Amigos de los Relojos de Sol fue creada en Abril de 1988 . Figura en el Registro de Asociaciones con la referencia N-186885. Su Junta directiva actual es la siguiente: PRESIDENTE Luis Hidalgo Velayos. VICEPRESIDENTE: Jacinto del Buey Pérez. SECRETARIO GENERAL: Manuel Lombardero Soto. TESORERO: Antonio de Vicente Candeira. BIBLIOTECARIO: Jesús de la Calle Montes, VOCALES ASESORES: Manuel María Valdés Carra-cedo, Javier Moreno Bores, VOCALES: Miguel Ángel Hacar Benítez, Baltasar Soteras Elía, Antonio Angulo Álvarez, Juan José Caurcel, José Esteban Esteban

La Asociación constituye una entidad no lucrativa cuyos fines son el desarrollo y fomento de las inves-tigaciones y estudios sobre temas históricos, geográficos, matemáticos, arquitectónicos y literarios relacionados con la difusión de los conocimientos relativos al cálculo, trazado, construcción, revisión y emplazamiento de los Relojos de Sol y otros instrumentos análogos.

Para el cumplimiento de estos fines se celebran reuniones periódicas, se mantiene contacto con otras Asociaciones o Entidades semejantes y se publica cuatrimestralmente un Boletín Informativo denominado "Analema", abierto ala colaboración de todos sus lectores.

La Asociación de Amigos de los Relojos de Sol ofrece a sus asociados los siguientes servicios:

- Comprobación y datación de cuadrantes y relojes antiguas.
- Información Bibliográfica, con un fondo de más de dos mil entradas referentes a temas rela-cionados con la Gnomónica
- Traducción o revisión de artículos de revistas, boletines, o publicaciones sobre estos temas.
- Asesoramiento para la construcción o reparación de relojes solares.

Estos servicios son prestados a sus Socios a título gratuito, o en casos especiales, a coste estricto a las personas o entidades que así lo soliciten y sean presentadas por algún So-cio. En todo caso los servicios de asesoramiento serán totalmente gratuitos para las en-tidades de carácter cultural

Para obtener la condición de Asociado es necesario la presentación por dos socios de la persona o entidad interesada, y su admisión por la Junta de Gobierno. La cuantía de su aportación económica como cuota anual, es fijada libremente por el propio interesado, pudiendo ser nula si así lo desea. No obstante, para recibir el presente Boletín y el resto de las publicaciones de la Asociación deberá aportar el equivalente a los gastos de envío.

En general y salvo indicación expresa, los artículos publicados en este Boletín podrán ser reproducidos o utilizados, citando su procedencia y previa comunicación a esta Asocia-ción. Se exceptúan los casos en los que se indique la existencia de derechos de autor, o cualquier otro tipo de impedimento legal.

La Asociación de Amigos de los Relojos de Sol no se hace, en ningún caso responsable del contenido o interpretación de los escritos, gráficos, o tablas, ni de cualquier otro tipo de información contenida en los Boletines ni en ninguna de sus publicaciones co-lectivas. Agradece cualquier tipo de crítica, comentario, discusión o reseña de los mis-mos, que será transmitida a su autor y publicada en el Boletín si, a juicio de la Junta, su interés y generalidad lo hiciese conveniente. Se reserva el derecho de adaptar, resumir, comentar o editar, con el previo conocimiento de su autor, los originales recibidos para su publicación. Su extensión no deberá exceder de cinco folios, salvo que su contenido aconseje publicarlos en varios números sucesivos o en forma de separata del Boletín

CUESTIONARIO

El presente cuestionario tiene por objeto la actualización de las direcciones postales de las personas a las que se remite nuestro boletín informativo "Analema", ya que algunos ejemplares nos son devueltos por los servicios de Correos, debido a errores o insuficiencia en la dirección postal.

Agradecemos su cumplimiento y rogamos que nos sea devuelto antes del día 1 de Diciembre. En caso contrario interpretaremos la falta de contestación a este cuestionario como manifestación del deseo de no seguir recibiendo el Boletín, por lo que dejaremos de remitirle "Analema" a partir del número 24

SE RUEGA EMPLEAR LETRAS MAYÚSCULAS TIPO IMPRENTA

1 NOMBRE		
2 APELLIDO 1º		
3 APELLIDO 2º		
4 CALLE		
5 CIUDAD		
6 CÓDIGO POSTAL		
7 OTRAS IDENTIFICACIONES POSTALES		
8 NACIÓN		

8 TELÉFONO		
9 FAX		
10 E-MAIL		
11 PROFESIÓN		

Asimismo le rogamos conteste a las siguientes preguntas, con objeto de reorganizar los ficheros del Servicio de Publicaciones de nuestra Asociación

- a) No soy socio de la Asociación y NO deseo recibir su Boletín Informativo ☐
- b) No soy socio, pero SI deseo recibir el Boletín, y otras publicaciones ☐
- c) Me considero miembro asociado, aunque no pago ninguna cuota ☐
- d) Soy miembro asociado, y contribuyo, o deseo contribuir, económicamente ☐
- e) He contribuido económicamente, aunque no me considero, ni deseo, ser socio .. ☐
- f) ☐

Para ser miembro asociado NO es obligatorio pagar ninguna cuota, únicamente solicitarlo y ser admitido por nuestra Junta Rectora. Si desea contribuir económicamente, esta aportación puede efectuarse en la cuantía y con la periodicidad que el propio asociado determine libremente.

Rogamos que este cuestionario sea remitido a la siguiente dirección:

(Cortar y pegar en el sobre)

✂

ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL
 Secretaría General. At. M. Lombardero
 ISAAC PERAL 48 28040 MADRID. ESPAÑA

EDITORIAL

Adjunto a este ejemplar de "Analema" se presenta un cuestionario en el que se pregunta a sus lectores si desean seguir recibiendo este Boletín Informativo, con objeto de actualizar sus datos personales y muy especialmente su dirección postal

Asimismo se inquiere si el lector se considera socio de nuestra Asociación de Amigos de los Relojes de Sol, recordando que para ser miembro asociado no es necesario el abono de ninguna cuota, aunque, como es natural, pueden cooperar económicamente si así lo desean, al mantenimiento y desarrollo de la Asociación mediante contribuciones o cuotas periódicas de la cuantía que estimen oportuna.

Esta peculiar manera de allegar los fondos necesarios para la edición y envío de "Analema" ha sido suficiente, desde el primer Boletín hasta el presente ejemplar, número 22, aunque no ha permitido mejorar sus características materiales

Creemos que nuestro original sistema recaudatorio ha contribuido muy eficazmente al cumplimiento de uno de los principales fines de la Asociación: la difusión de la Gnomónica, hasta el punto que actualmente se distribuyen más de 140 ejemplares de "Analema".

Por tanto no obstante las sugerencias que han sido hechas por algunos de nuestros asociados, seguiremos conservando su estricta y modesta presentación gráfica, que podríamos calificar de espartana. La única mejora que podemos introducir sin aumentar el coste de edición es evitar las frecuentes erratas y errores que aparecen en nuestras páginas, y que hasta ahora son salvadas por el buen juicio y discernimiento de sus lectores.

Hacemos presente nuestro agradecimiento, tanto a los socios que nos envían aportaciones económicas como a los que contribuyen con sus artículos y comentarios.. Sin su aportación no sería posible la publicación del Boletín.

Deseamos, esperamos, y agradeceremos un crecimiento progresivo y sostenido de ambas fuentes nutricias.

Que la primera derivada de estas funciones sea positiva.!

Rogamos que el cuestionario adjunto nos sea devuelto debidamente rellenado y a la dirección postal que en él se indica, ya que entendemos que en caso contrario se expresa que no desea seguir recibiendo nuestro Boletín, y será dado de baja en nuestra lista de envíos

ABSTRACTS

3. 24 HOURS OR 10 HOURS ? AN ATTEMPT TO TIME DECIMALIZATION

This article was published in 1989 in *L'Astronomie*, bulletin of the *Société Astronomique de France*. (S.A.F) .by Louis Marquet, who was an outstanding French gnomonist

One of the earliest decrees (May,1790) of the French *Assemblée Nationale Constituante* was the creation of a committee of scientists in order to promote a new and more rational system of weights and measures, ending with the inextricable mess existing in each nation and even in each region.

As it is well known, this *système métrique décimale* (S.M.D.) has been almost universally adopted

But it is less known that In 1792 a new attempt was also made in order to decimalize the calendar and the hour. All two news systems of reckoning the time were short-lived and, in every instance, they became a real failure.

The decimalization of the day ought to be abandoned in April 1795, paradoxically by the same decree that created the SMD. Perhaps it was a pity, because present time-counting –as the author points out– is based in a extravagant amalgam of duodecimal, sexagesimal, and decimal fractions.

A very illustrative and even pleasant article worthwhile of being carefully read, we think.

NOTE: decimal tea-time ought to be two and twelve o'clock (decimal hours and centesimal minutes)

9. AN ERROR OF PEDRO DE ENGUERA IN HIS "ADDITION" TO THE JOAN DE ARPE'S TREATISE " DE VARIA COMMESURACIÓN "

One of the most published technical books in Spain was the "Treatise on Many Measurements" .by Joan de Arphe. First edition is dated 1585, further editions were 1675, 1736, 1763, 1772, 1777, 1795, 1806, 1855, 1873, 1882,1904 and 1906. Most of those re-editions were limited to the few chapters dedicated to gnomonica. But from the 1736 edition, Pedro de Enguera inserted also one "Addition" of his own, endlessly reproduced in every new printing.

M. Guia Arnal and E.Casado Polo are the two last and most acute readers of Pedro de Enguera's "Addición", because they have found and reported in this article an important error in the instructions issued by Enguera to design a declining dial. They wonder if this error could have affected the design of so many dials made in Spain (and South America), from 1763 to 1906...!

But probably most old gnomonists have been in the past so clever as MM Guía and Polo and they have issued corrects drawings for his own declining dials.. (Otherwise, what a botch Pedro !)

11 NOTES AND COMMENTARIES

1), Gnomic Meeting at Palma de Mallorca., Spain. Organised by the Societat Catalana de Gnomònica, the Arbeitskreis Sonenuhren of Munich and our own Society. April 23, 24, and 25, 1999.

2) International Symposium at Genk: September 20, 1998 Exhibition of twelve dials selected in a previous International Competition. 3) About some cannon-dials. 4) Gnomonica and post stamps.

5) "Gnomónica" A new Italian bulletin issued by .U.A-I. c/o Nicola Severino. Bravo, Nicola !

14 A NEW BOOK

J.L Lorente and N. Miñambres have just published a new book about gnomonica. *Relojes de Sol en León* Sundials in León (Lion country) Size 24 by 30 cm, 164 pages and more than 200 colour pictures ISBN 64-8183-041-0. Don't be afraid :León do not means lion, it comes from the Roman "Legio")

15 THE ENSÉRUNE (A) ROMAN SUNDIAL

At the Montpellier Museum (France) a so-called Ensérune Dial is exposed under the denomination of "Roman Dial" Mr Valdés analyses the hour lines of such dial and concludes that although engraved in a piece of "terra sigilata" it is difficult to accept a Roman provenance, and in every instance, its roughly scratched Roman numerals must not be dated earlier than the late Middle Ages.

17 VECTORIAL GNOMONIC (IV)

A. de Vicente goes on with the fourth chapter of his favourite system of "vectorialysed gnomonica"

20 CLAVIUS ABACUS FOR DESIGNING VERTICAL SUNDIAS

M. Lombardero brings out from the night of times a system used by Clavius in order to design every vertical dial, declining or not. This method is purely geometric. A pleasant simplicity shines out in the Clavius reasoning, denying, at least in this case, his reputedly unintelligible writing.



Este artículo fue publicado en la Revista "L'ASTRONOMIE" (Mensual de la "Société Astronomique de France") en el mes de junio de 1989. Se transcribe en este Analema con la autorización de la misma, gestionada por Mlle Nicole Marquet, hija del autor.

¿ 24 HORAS ó 10 HORAS ?

Una tentativa de división decimal del día
(1793 - 1795)

LOUIS MARQUET

En la actualidad la medición de los tiempos inferiores a la unidad "día" se hace utilizando unidades no homogéneas, pero usadas en todo el mundo.

El sistema empleado, que es a la vez duodecimal (día de 24 horas), sexagesimal (hora de 60 minutos, minuto de 60 segundos) y decimal (únicamente para los submúltiplos del segundo, pues no se utilizan ni kilosegundo, ni megasegundo) complica los cálculos. El empleo de medidas enteramente decimales simplificaría las cosas.

D'Alembert tenía en perspectiva esta reforma y escribió en 1754 en el artículo "DECIMAL" de la "Encyclopédie":

"Sería muy deseable que todas las divisiones, por ejemplo la de la libra, del "sou", de la "toise", del día, de la hora, etc., lo sean de diez en diez. Esta división permitiría un cálculo más fácil y más cómodo. Además sería mucho mejor que la división arbitraria de la libra en 20 "sous", del "sou" en 12 "deniers", del día en 24 horas, de la hora en 60 minutos..... etc."

Bajo la Revolución francesa, hubo una tentativa de decimalización del tiempo, simultáneamente con la creación del sistema métrico decimal y la del calendario republicano.

UN NUEVO SISTEMA DE MEDIDAS

En 1790, uno de los primeros actos de la "Assemblée Nationale Constituante" para la creación de un nuevo sistema de medidas, fue un decreto del 8 de mayo de 1790, que encargó a la "Académie des Sciences" sugerir el modo de división que estimase mas conveniente, tanto para los pesos como para las otras medidas y para las monedas. Una comisión, compuesta de Tillet, Condorcet, Laplace, Lavoisier, Borda, Lagrange y Coulomb, se constituyó el 29 de mayo para estudiar esta cuestión. Presentó su ponencia el 27 de octubre siguiente [1] y escogió la escala decimal.

Pero hasta el 25 de noviembre de 1792 no se trató de la división del tiempo y de la circunferencia (cuadrante).

Ese día, Borda, en nombre de la "Académie des Sciences" lee a la "Convention" un informe a propósito de los trabajos que la "Assemblée Nationale Constituante" había confiado a la "Académie" para conseguir la uniformidad de pesos y medidas. Aca-ba con estas palabras :

"Los comisarios de la Academia se convencieron que tal sistema debía extenderse también a las medidas usadas por la Astronomía y la Geografía. La división decimal fue empleada, sustituyendo a la antigua división del círculo, en los instrumentos que los ciudadanos Méchain y Delambre usan para la medida del arco terrestre; lo fue igualmente para un reloj astronómico destinado a las últimas experiencias de la longitud del péndulo; y por fin la Académie se preocupó de adaptar a esta división todas las tablas que sirven para los cálculos de los astrónomos, navegantes y geógrafos, obra inmensa que su celo por las ciencias y todos los proyectos útiles, le hace emprender " [2].

Efectivamente, Méchain y Delambre, emprendieron los trabajos de medición del arco de meridiano en junio de 1792, llevando cuatro círculos repetidores, fabricados por Lenoir. Dos estaban divididos en 400 grados o "graduaciones decimales" y dos divididos en 360 grados "sexagesimales". El uso de los primeros simplificaba la determinación de las medidas, pero los astrónomos tuvieron que, reconvertir los grados centesimales en graduaciones sexagesimales para utilizar las únicas tablas trigonométricas (sexagesimales) a su disposición [3].

El 29 de mayo de 1793, la "Convention" recibe y transmite al "Comité d'Instruction Publique" el informe establecido por Borda, Lagrange y Monge, el 25 de noviembre precedente.

Sin esperar el final de la labor de Méchain y Delambre, este informe fija provisionalmente la longitud del metro según la medición del meridiano efectuada cincuenta años antes, y sobre todo propone aplicar la escala decimal a la medida de los ángulos y de los tiempos citando de nuevo los círculos repetidores llevados por los "Académiciens" y el

Reloj astronómico, construido probablemente por Louis Berthoud, en el que el día entero esta repartido en 100.000 segundos.

Se llega así hasta la ley del 1 de agosto de 1793 "*Sobre la uniformidad y el sistema general de pesos y medidas*", en la que no se trata del tiempo ni de los ángulos. [2].

UN CALENDARIO NUEVO

El 20 de septiembre de 1793 se abre en la "Convention" un debate a cerca de la adopción de un calendario nuevo, llamado "republicano" [4]. Se promulga, siguiendo un informe de Romme, el decreto del 5 de octubre de 1793 [5] creando "la Era de los Franceses" en vez de "la Era vulgar", a partir del 22 de septiembre de 1792, (día de la proclamación de la República por la "Convention", nacida la víspera a medianoche), comenzando el día del equinoccio verdadero de otoño, que se produjo justamente en esta fecha.

Como es sabido, el año se dividió en 12 meses de 3 décadas, completados por 5 ó 6 días.

Dichos días "complementarios" fueron llamados "*sansculotides*", desde el "7 fructidor. An 3" (24 de agosto de 1795).

El artículo IX del decreto prevé una división del día, de medianoche a medianoche, en 10, 100, 1000, etc.. partes, contadas "*desde el primer día del primer mes del tercer año de la República*".

Una comisión, presidida por Romme e incluyendo entre otras personas a Fabre d'Eglantine, quedó encargada de dar nombres a los meses y a los días.

Pero solamente a partir del 1º de noviembre de 1793, bajo la forma "*11º jour de brumaire, an second*" se encuentran en los textos de la "Convention" esas nuevas denominaciones, que serán oficializadas por un decreto [5] del "*4º jour de frimaire an second*" (24 de noviembre siguiente) anulando el del 5 de octubre anterior, recuperando sin embargo la mayor parte de los elementos: el día, de medianoche a medianoche, no será dividido según las potencias de 10, sino en 10 horas de 100 minutos decimales de 100 segundos decimales cada uno; y esto a partir de la misma fecha que se llama ahora "*1º vendémiaire an 3*" (22 de septiembre de 1794).

LA DIVISIÓN DECIMAL DEL DÍA

Si bien el calendario republicano se aplicó inmediatamente, no ocurrió lo mismo con el tiempo decimal. La "Convention" espera al "*21 pluviôse an 2*" (9 de febrero de 1794) para establecer por decreto [fig.1] un concurso "sobre los medios para organizar los diversos relojes en divisiones decimales".

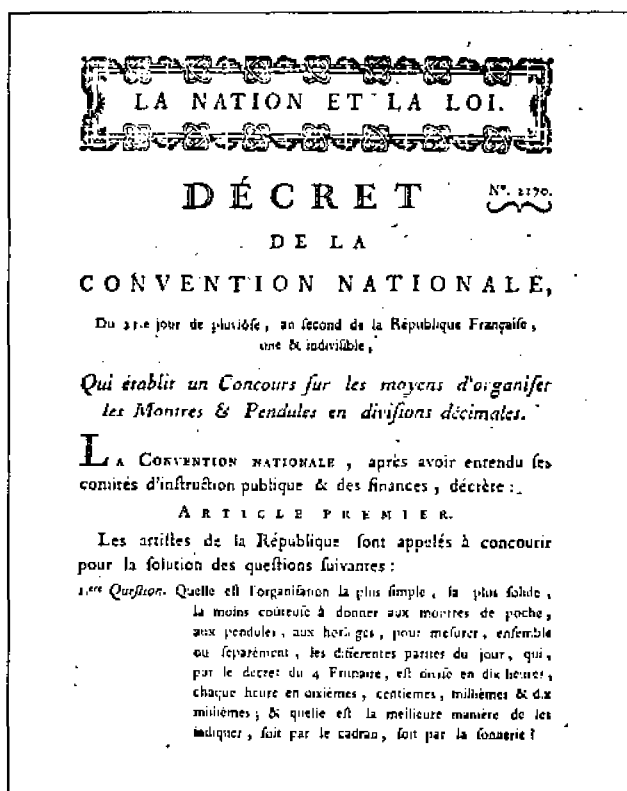


FIGURA 1

Se formulan dos preguntas :

- la primera concierne a la invención de nuevos diseños de relojes de toda clase.
- la segunda a las modificaciones necesarias en el material ya existente.

Según el decreto, el certamen se cerrará el "*1er messidor*" siguiente (19 de junio de 1794) y, cuestión extraña, sólo después del final del certamen la "Convention" designará un tribunal para juzgarlo y establecerá, por un decreto, el modo de juicio. Los cuatro primeros seleccionados serán premiados.

Efectivamente, el "*4 fructidor an 2*" (21 de agosto de 1794) un decreto designa los siete componentes del tribunal: el físico Charles, el matemático Lagrange y cinco relojeros de fama, Ferdinand Berthoud, Antide Janvier, Lepaute "el tío" (probablemente Jean-Baptiste que será elegido presidente del tribunal unos días mas tarde), Lépine, el joven, y Mathieu, el mayor. Además, cuatro suplentes, Debelle (el único que tomará parte en las reuniones) Laurent, Maville y Nuré.

Entre las, más o menos, 200 respuestas registradas, el tribunal señala a 14 de ellas dignas de interés. Pero, finalmente, los componentes del tribunal no concedieron premios, porque ninguno de los proyectos cumple las condiciones fijadas por el decreto. Su informe, fechado del "*14 frimaire an 2*" (4 de diciembre de 1794) y conservado en los Archivos de "l'Ecole d'Horlogerie de Paris" no fue hecho público antes de "*Pluviôse an 4*" (febrero de 1796) - ¡ casi un año después del abandono del tiempo decimal !

Contiene unas interesantes notas. Por ejemplo :

- La quinta hora (mediodía) deberá ser colocada en lo alto de la esfera del reloj.
- Los relojes deben marcar la hora en un solo sistema, el sexagesimal o el decimal, pues los dos sistemas en una misma esfera crean confusión.
- Es mucho más difícil modificar los mecanismos que las esferas.
- Es más conveniente fabricar nuevos relojes que transformar los antiguos.

Llegamos finalmente a la ley del "18 germinal an 3" (7 de abril de 1795), que instauro el sistema métrico decimal, [2] cuyo artículo 22 prescribe que "*La disposición de la ley del 4 frimaire an 2 que impone el uso de la división decimal del día y de sus partes, quedará suspendida definitivamente*".

La experiencia no ha durado mas que diez y seis meses.

MOTIVOS DEL ABANDONO DEL TIEMPO DECIMAL

Los motivos del abandono del tiempo decimal los podemos encontrar en un "*Apunte instructivo sobre pesos y medidas*" [2] adjunto al informe de Prieur de la Côte d'Or, leído en la "Convention" el "11 ventôse an 3" (1º de marzo de 1795) y que condujo a la ley del "18 germinal an 3".

Prieur reconoce las ventajas de la nueva división del día y de sus partes... "para algunos de los cometidos del Servicio de la Marina, para los cálculos astronómicos o trigonométricos y para experimentos delicados" para los cuales no lo prohíbe, pensando en su eventual difusión al público a partir de su empleo en dichas actividades. En cambio, enumera cinco motivos oficiales para explicar la suspensión de la adopción del tiempo decimal :

- 1) Como no ofrece ninguna ventaja notable, para la casi totalidad de la nación no haría mas que arrojar descrédito sobre el nuevo sistema de medidas y sobre el método decimal, que es, sin embargo, muy útil.
- 2) Como el recuento de las horas no es un objeto comercial sometido a un reglamento de policía, los antiguos usos se mantendrían por la inmensa fuerza de la costumbre .
- 3) Dicha costumbre se consolidaría además por el miedo y la confusión. Para impedirla, se deberían adoptar nuevas denominaciones, que no han sido especificadas y que sería muy difícil introducir en el lenguaje vulgar, sobre todo para tanta gente que no escribe, no calcula y no aprecia el tiempo mas que por una rutina fundada en la costumbre.

- 4) El coste del cambio de los relojes sería enorme.
- 5) Finalmente: los ciudadanos y los relojeros se opondrían con fuerza: los unos, a cambiar sus relojes, los otros a perder la facultad de vender los que ya estaban fabricados. Esta realidad estaba basada en el resultado del certamen que se desarrolló últimamente según el decreto relativo a los cambios en la relojería."

Entre los argumentos de Prieur, el del costo elevado de la conversión parece el más admisible, pues el simple cambio de la esfera no valdría más que para la manecilla horaria: sería necesario cambiar también el mecanismo y no olvidemos que todas las piezas estaban fabricadas a mano, lo que resultaba muy caro.

Pero considerar la operación como probablemente impopular no constituye una excusa . La mayor parte de los países que, desde hace dos siglos, han adoptado el sistema métrico decimal lo habrían abandonado después de seis meses, si hubiesen seguido la opinión pública !.

El gobierno no insistió, como lo hizo para el nuevo sistema de medidas que, sin embargo, no pudo ser definitivamente impuesto en Francia hasta 1840, después de medio siglo.

El plazo concedido para la aplicación del decreto que se refería al tiempo decimal (unos meses), era verdaderamente demasiado corto. A pesar de todo aún quedan huellas de esta tentativa, en forma de documentos y objetos de aquella época.

LA NUEVA DIVISIÓN DEL DÍA EN LOS DOCUMENTOS

En primer lugar, tenemos dibujos de esferas creados para servir de modelo, que acompañan a las diferentes ediciones de "*l'Instruction sur les mesures déduites de la grandeur de la Terre, uniformes pour toute la République, et sur les calculs relatifs a... leur division decimale*".

La impresión de esta instrucción había sido pedida a la "Académie des Sciences" por la ley del 1º de agosto de 1793. Sin embargo el 8 de agosto, la "Convention" suprimió las Academias.

Pero, ante la necesidad de continuar la obra empezada, decidió el 11 de septiembre, reagrupar en una "Comisión temporaria de pesos y medidas " a los sabios que se ocupaban de esta cuestión y fue en abril de 1794 cuando se imprimió esta "*Instruction*", seguida de una "*Instruction abrégée*" (resumida).. ambas probablemente redactadas por Haüy.

Contienen unas explicaciones acerca de la "Nueva división del día" en 100.000 segundos en lugar de 86.400

El nuevo segundo vale aproximadamente $6/7$ del antiguo y la longitud del péndulo que bate segundos es más corta: 2 "*pieds*" 3 "*pouces*" y 5 "*lignes*" en vez de 3 "*pieds*" 8 $\frac{1}{2}$ "*lignes*", lo que facilitaría el transporte de los relojes de pared.

La comisión temporal solo envió a cada departamento un pequeño número de ejemplares de esas instrucciones, con orden de hacer las necesarias reimpresiones y difundirlas muy ampliamente.

Están completadas por los dibujos de dos esferas, una para comparación de los antiguos pesos de varias ciudades con los nuevos, la otra para comparación de las antiguas horas con las nuevas. Las distintas reimpresiones [2] nos permiten ver las esferas dibujadas por dos grabadores parisienses:

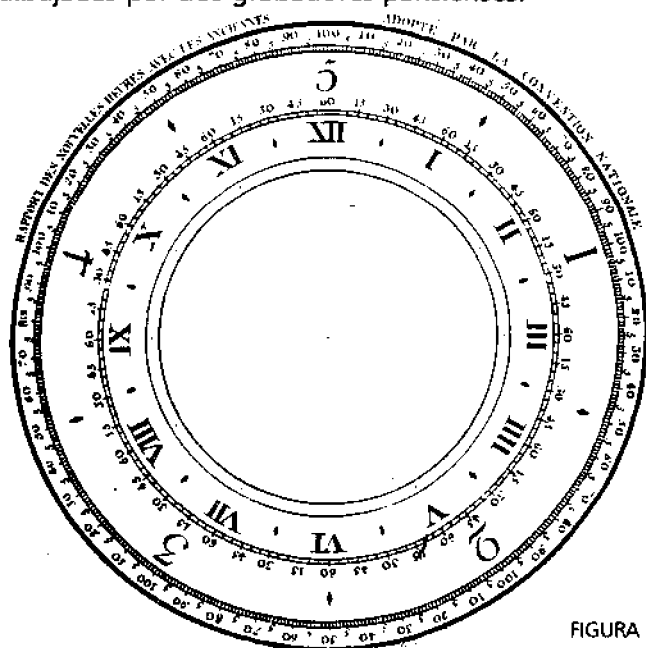


FIGURA 2

- En la de Hanin, de oficio constructor de balanzas, (fig.2) un círculo dividido en 12 horas sexagesimales, graduado en 5 minutos y cifrado cada 15 minutos es rodeado por otro círculo dividido en 5 horas nuevas, divididas ellas mismas en 100 partes cifradas de 10 en 10

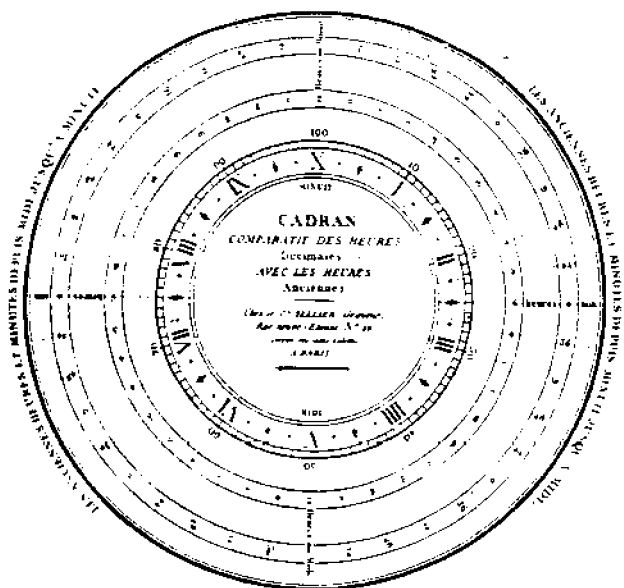


FIGURA 3

- En la de Sellier (fig. 3) el círculo interior comprende 10 horas y 100 divisiones; la corona exterior se divide en grupos de 36 minutos sexagesimales (0,25 de hora nueva o un cuarto de hora nueva).

En 1793 aparecen dos almanaques :

-"L' Almanach national de France, année commune 1793, l'an 2^o de la République", que abarca desde el 1^o de enero al 31 de diciembre de 1793."

-"L'Almanach national de France, l'an 2^o de la République française une et indivisible" va del "1^{er} vendémiaire an 2" (22 de septiembre de 1793, fecha impresa posteriormente, ya que el calendario republicano no estaba todavía establecido) hasta la "5^{eme} sansculotide an 2" (21 de septiembre de 1794) y es aquí donde se encuentran por primera vez las horas de salidas y puestas del Sol y de la Luna expresadas en tiempo decimal.

Encontramos lo mismo en el "Almanach" para el an 3'. Pero a partir del "Almanach" para el an 4 ya no vuelve a aparecer el tiempo decimal

El "28 frimaire an 2" (18 de diciembre de 1793) la Comisión temporal de pesos y medidas se reúne para intentar obtener la liberación de Lavoisier.

El atestado dice que al levantarse la sesión, eran "las 9 horas decimales" [7]. En Marsella, en todos los actos del estado civil, desde el "16 vendémiaire an 3" (7 de octubre de 1794) hasta el "30 thermidor an 8" (18 de agosto de 1800), el tiempo está expresado en horas republicanas. Para las 6 de la tarde, se escribe "7 horas 5 décimas". Mientras tanto, en Toulouse, el alcalde emplea otras palabras "siete décimas, noventa y dos centésimas", lo que corresponde a las siete de la tarde "[8].

Para poder reproducir la longitud del metro, sin tener que medir de nuevo el meridiano, Borda fija la longitud del péndulo teniendo en cuenta el segundo sexagesimal, pero determina igualmente, en el Observatorio de París, la longitud del péndulo que efectúa cien mil oscilaciones cada día, equivalente a 0,741.887 metros [9].

A principios del siglo XIX, otros geodestas tendrán en cuenta esta determinación en sus operaciones.

RELOJES DECIMALES DIVERSOS: ("MONTRES, PENDULES, HORLOGES")

En varios lugares de París se colocaron relojes públicos con su esfera dividida al modo decimal.

Por las "Mémoires" del diplomático inglés Jackson, se sabe que se encontraba todavía un reloj de pared decimal en la escalera grande del Palacio de las "Tuileries" en el mes de noviembre de 1801. En este palacio vivía entonces Bonaparte, "Premier Consul" [8]. Se piensa que es él quien lo hizo quitar, pues no le gustaba mucho el sistema métrico decimal.

Desde el 10 de octubre de 1793, Robin, experto relojero, había regalado a la "Convention" un "reloj astronómico decimal, con segundos, llave y campana decimales". Pero sabiendo que la "Convention" siempre empleó las horas antiguas para el cómputo del tiempo se puede decir que este reloj no fue nunca colocado en la sala de sesiones [7].

En Toulouse, al final de 1794, el reloj del "Capitole" era todavía sexagesimal. Lo transformaron en decimal al principio del año 1795, pero entonces funcionó mal y no duró mas que tres meses.

En su deliberación del "15 fructidor an 6" (1 de septiembre de 1798) la administración municipal pide el arreglo del reloj, conservando las dos graduaciones en la esfera. Cinco meses después, el municipio vacila frente al gasto de 800 francos, necesario para la reparación. Será hecha, por fin, por un cierto Montlord, cuyos honorarios, 300 francos, fueron aprobados el "21 frimaire an 8" (12 de diciembre de 1799) [8].



FIGURA 4

Todavía pueden verse algunos relojes decimales de aquella época en diversos museos, particularmente en el "Musée Carnavalet" de París [fig.4], en la Escuela de Relojería de París, en el museo de la Chaux-de-Fonds (Suiza) y sobretodo en el "Musée National des Techniques" de París. Una muestra es el muy bello reloj de Louis Berthoud, que incluye un círculo exterior de 100 minutos, cifrado en 10 minutos, y luego las horas de 0 a X, y un círculo interior de 0 a 24 horas, cifrado en 5 minutos [fig.5].

Se encuentran también otros instrumentos en colecciones particulares y se presentan muchas veces tales objetos en las subastas. Citamos también un hermoso reloj de sol horizontal, hecho de "porcelana de Sévres", conservado en el "Museum of Fine Arts de Boston (USA), Comprende una división doble : desde las seis de la mañana hasta las seis de la

tarde, cifrado en 5 minutos; y, desde las 2 hasta las 8 horas decimales, dividida cada hora en 100 minutos.

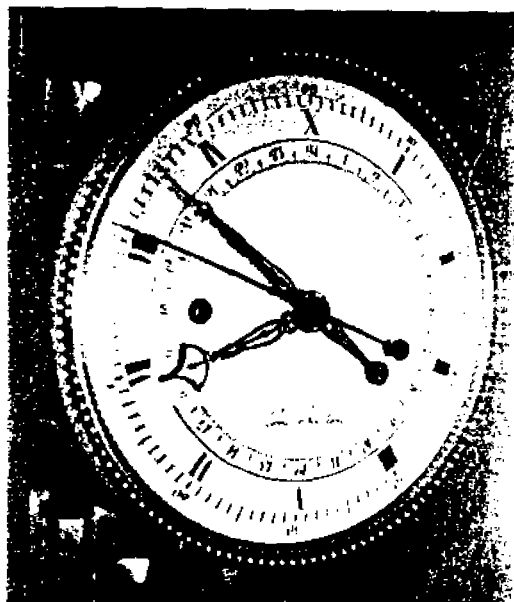


FIGURA 5

OTRAS TENTATIVAS

El deseo de simplificar los cálculos de tiempo y de ángulos contribuyó a incitar a numerosos investigadores a reanudar la tentativa de la "Convention", esta vez dando nombres a las nuevas unidades.

Periódicamente, como sucede para el calendario, nacen algunas sugerencias pero no son seguidas por ninguna aplicación, aunque llegan hasta las asambleas gubernamentales, como por ejemplo en enero de 1899. Dos diputados, Gouzy y Delaune, someten a la "Chambre" una proposición de ley, cuyo artículo primero dice:

"El día solar medio se dividirá en 24 horas, la hora en 100 minutos, el minuto en 100 segundos, y así sucesivamente" [10].

Una campaña apoyada, entre otras personas, por Camille Flammarion, fue lanzada en aquella época por el geógrafo J. de Rey-Pailhade, quién deseaba aprovechar el cambio de siglo, para decimalizar los relojes. Incluso se constituye en 1896 una comisión, por orden del ministro de Instrucción Pública, para estudiar la importante cuestión de la "decimalización del tiempo y de la circunferencia (cuadrante)"

Pero los investigadores querían dar a las unidades angulares y de tiempo nombres comprensibles en diversos idiomas y no llegaron a ponerse de acuerdo acerca del "centijour" y de la vigésima o de la cuatragésima parte del día, bautizada "chrone" [11].

Además hubiese sido necesario cambiar los husos horarios que estaban recién creados, y modificar las definiciones de las unidades del sistema métrico decimal.

A pesar de todos los esfuerzos de J. de Rey-Pailharde y de los adeptos de la reforma, nada fue cambiado.

Sin embargo, hay que reconocer que ahora se ha llegado en cierto modo a una decimalización, por el empleo de las fracciones decimales del día (diferencias de fechas julianas para los astrónomos), o de la hora (tiempo de trabajo). Un reloj electrónico permitiría efectuar fácilmente la conversión de las unidades.

El viejo sueño de Condorcet y de los sabios de la Revolución francesa, que era también el sueño del

padre Mouton, de Huygens, de Cassini, de la Condamine y tantos otros : "una medida universal sacada de la Naturaleza", se realizó por fin para el metro. La cuestión fue muy seriamente estudiada para el kilogramo.

¿Y la división decimal del tiempo ? Al amanecer del tercer milenario ¿no sería conveniente que alguien sugiriese una mayor homogeneidad de este sistema de medida, que es al mismo tiempo duodecimal, sexagesimal y decimal ?

L.M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Académie des Sciences. "Procès-verbaux des séances". 109, p. 227.
- [2] Archives du Service français de la Métrologie.
- [3] Delambre, "Base du Système métrique décimal", París, 3 tomes, 1806-1810.
- [4] Archives nationales, AD VIII 16.
- [5] "Manuel pour la concordance des calendriers républicain et grégorien", París, 1805.
- [6] J. de Rey-Pailhade, "Le temps décimal", en Bulletin de la Société de Géographie de Toulouse, nº 1 et 2, 1894.
- [7] J. de Rey-Pailhade, "La montre décimale de Laplace", en Revue Chronométrique, 1914.
- [8] J. de Rey-Pailhade, "Documents sur l'heure décimale de la Convention nationale", Toulouse, 1899.
- [9] Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1822.
- [10] Documents parlementaires, Chambre des Députés, 16 janvier, 27 janvier et 6 février 1899.
- [11] J. de Rey-Pailhade, "L'extension du système décimal aux mesures du temps et des angles" París et Toulouse

ILUSTRACIONES

Fig.1 - Primera página del decreto del "21 pluviôse an 2" (9 de febrero de 1794) sobre los relojes decimales.

Fig.2 - Dibujo de la esfera decimal por Hanin (an 2).

Fig.3 - Dibujo de la esfera decimal por Sellier (an 2).

Fig.4 - Reloj con varias esferas, una, graduada en horas decimales. (Musée Carnavalet-París) Foto Marquet

Fig.5 - Reloj con esfera decimal, por Louis Berthoud. (Musée National des Techniques- París) Foto Marquet

NOTA DEL EDITOR

Como ya se ha indicado anteriormente este artículo fue publicado en 1989 en la revista L'ASTRONOMIE, publicada mensualmente por la "Société Astronomique de France".

Su autor, desgraciadamente ya fallecido, fue un ilustre y erudito gnomonista y aficionado a la Astronomía: LOUIS MARQUET. Las gestiones y amabilidad de su hija, Mlle. Nicole Marquet, estrechamente vinculada con la S.A.F. y muy conocida entre nuestros habituales lectores por sus notas y artículos de colaboración con nuestra Asociación, nos ha permitido publicar en este Boletín una fiel traducción del mismo.

El intento realizado durante la Revolución Francesa, de decimalizar el tiempo y transformar el Calendario fu de corta duración, y no ha tenido repercusión posterior, por lo que no es muy conocido.

Louis Marquet trata este tema con gran rigor y erudición, y de una manera amena no habitual en otros autores. Aporta muchos detalles y referencias históricas que nos sitúan en aquella época y nos hacen comprender las razones que impidieron la adopción del nuevo sistema.

Unas precisas anotaciones bibliográficas completan adecuadamente el artículo

En su célebre tratado "VARIA COMMENSURACIÓN PARA LA ESCULTURA Y ARQUITECTURA" Juan de Arfe dedica un capítulo a la Gnomónica. La primera edición data de 1585 (ver "Analema" 4) y fue copiosamente reeditado y copiado hasta 1906. En 1736 publicó Pedro de Enguera una nueva edición, incluyendo una "ADICIÓN" en la que aparece un importante error, que se comenta y aclara en este interesante artículo, que acredita los conocimientos gnomónicos e históricos de sus autores M.L.

UN IMPORTANTE ERROR DE PEDRO DE ENGUERA EN SU "ADICIÓN" AL TRATADO "DE VARIA COMMENSURACION" DE JUAN DE ARFE

M. GUÍA ARNAL y E. CASADO POLO

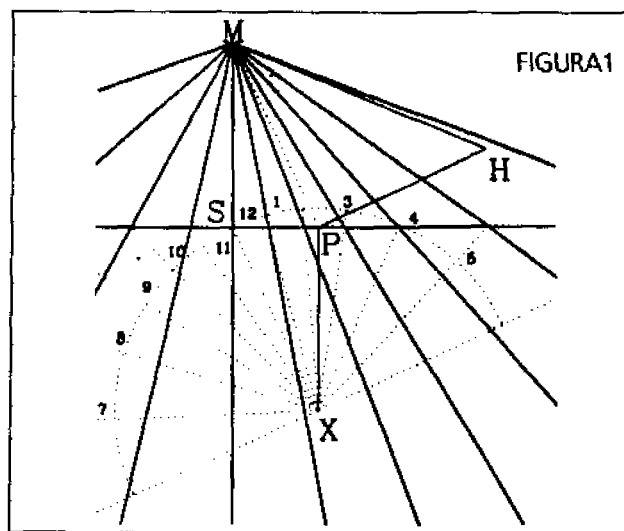
El presente artículo se deriva del libro editado por la Fundación Banco Urquijo en junio de 1981, reproducción de la edición de 1806 del "TRATADO DE GNOMÓNICA O ARTE DE CONSTRUIR TODA ESPECIE DE RELOXES DE SOL" correspondiente al Libro Segundo "DE VARIA COMMENSURACION" de Juan de Arfe y Villafañe. Este tratado tuvo su primera edición en 1736 al añadir Pedro Enguera "el relox vertical, con declinación o sin ella, el relox oriental y occidental, y en todos puesto los signos" a los capítulos 3º, 4º y 5º del Título II del Libro I del Tratado de Juan de Arfe. La edición de 1806 es la primera que agrupa bajo el epígrafe de "Tratado de Gnomónica" esta parte de "De Varia Commensuración", que hasta entonces aparecía como los capítulos finales de los dedicados a la geometría.

En la parte del libro correspondiente a la aportación de Pedro Enguera hemos observado un grave error en el método expuesto para el trazado del *Relox Vertical Declinante*. Para el dibujo del cuadrante se parte del reloj trazado en el plano horizontal, siendo el método correcto hasta este punto; el error se produce en la determinación del polo del reloj. A continuación reproducimos literalmente la parte del texto de Pedro Enguera, donde se describe la forma de obtener el polo del reloj y desde este trazar las líneas horarias, así como la disposición del gnomon (páginas 29, 30):

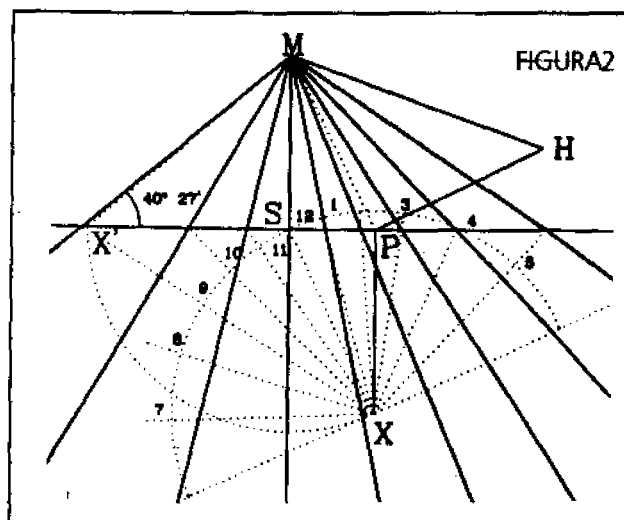
"Hecho esto, desde el punto X tira una perpendicular a Z, que será XP; toma con el compás esta distancia y pásala a la vertical MQ desde S a M y desde este punto M, como centro, ve tirando líneas sobre la horizontal AZ, que pasando por los tocamientos o puntos que en la dicha horizontal hicieron los espacios horarios, tendrás formado el reloj."

"El nomon de este relox se forma tirando una línea desde M a P y a esta se le saca una perpendicular desde P a H, que sea del mismo largo que MS o PX y luego se tira una línea desde M hasta H y queda formado el triángulo MPH, que cortándole por las líneas PH y HM y doblándole a plomo y en ángulos rectos sobre PM, señalará las horas y puede servir de plantilla para otros relojes de la misma declinación."

La figura 1, reproduce la figura 19 del Tratado de Gnomónica, utilizada por Enguera como explicación y ejemplo del método de trazado del reloj vertical declinante (latitud $40^{\circ} 27'$ declinación $25^{\circ} 0'$).



El error cometido estriba en utilizar la distancia XP para situar el punto M (polo del reloj), cuando lo que debería hacer (ver figura 2) es abatir el gnomon sobre el plano horizontal utilizando la línea de las 12 como charnela; para ello con centro en S y radio SX se traza un arco que cortará a AZ en el punto X' y desde éste se tira una línea que forme un ángulo con la horizontal AZ igual a la latitud del lugar, la intersección de esta línea con la vertical por S a AZ será el punto M.



En la figura 3 se representan superpuestos el reloj trazado por el método de Pedro Enguera (líneas discontinuas) y el mismo reloj trazado por un método correcto (líneas continuas), pudiéndose apreciar el error cometido.

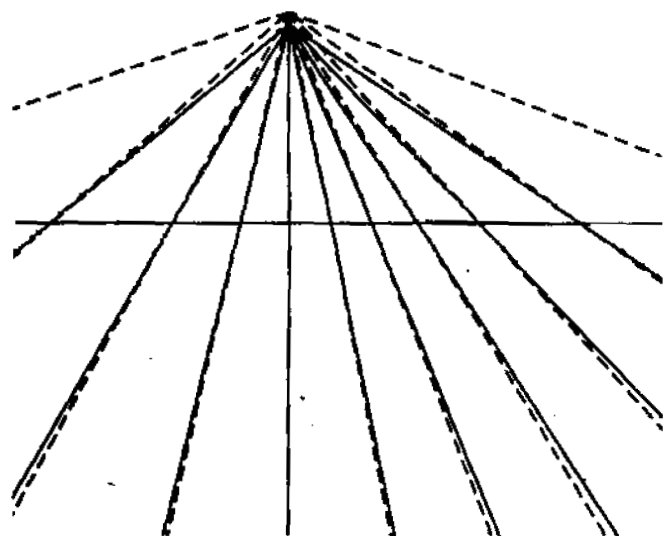


FIGURA 3

Igualmente la colocación del gnomon resulta errónea, dado que Enguera abate el gnomon sobre el plano vertical utilizando la subestilar como charnela y dado que el polo del reloj calculado es erróneo también lo es la subestilar, resultando que el gnomon obtenido no es paralelo al eje de la tierra, sino que se corresponde con un gnomon que sería correcto en una latitud ϕ' tal que $\text{tg } \phi' = \cos d$ siendo d la declinación de la pared.

A continuación vamos a estudiar analíticamente el error cometido por Enguera; para ello haremos uso de la figura 4, obteniendo las siguientes relaciones:

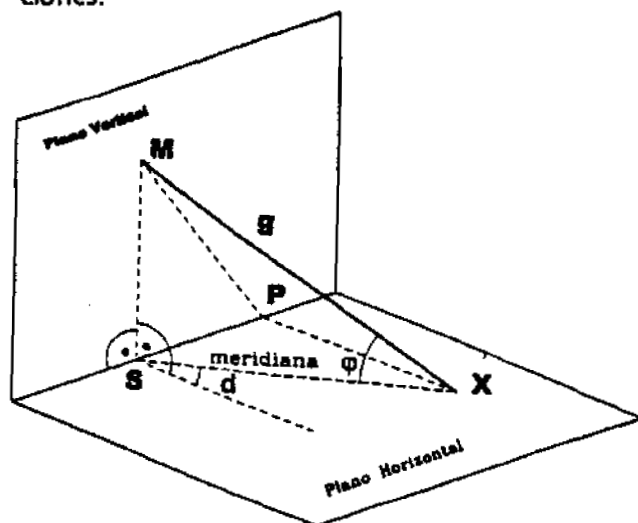


FIGURA 4

$$MS = g \sin \phi \quad [1]$$

$$XP = g \cos \phi \cos d \quad [2]$$

Según Enguera:

$$MS = XP$$

$$\Rightarrow g \sin \phi = g \cos \phi \cos d \quad [3]$$

$$\Rightarrow \text{tg } \phi = \cos d \quad [4]$$

es decir, que el método de Enguera solamente resulta correcto en aquellos relojes que cumplen la anterior relación. [4]

El error porcentual cometido en la situación del polo del reloj se puede expresar como:

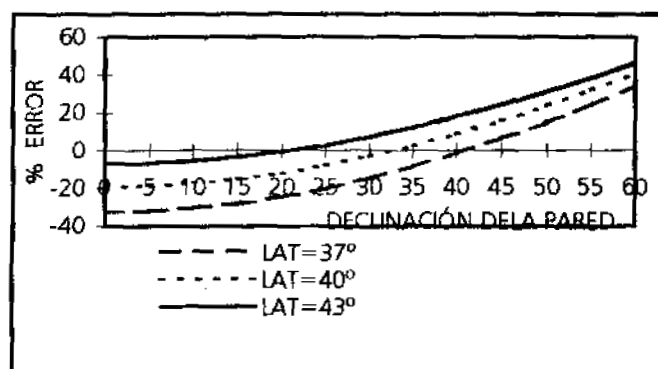
$$100 \times (MS - XP) / MS$$

o lo que es lo mismo:

$$100 \times (1 - \cos d / \text{tg } \phi) \quad [5]$$

En la figura siguiente se representa este error para las latitudes propias de la península y diversas declinaciones del muro.

DEC	LAT=37°	LAT=40°	LAT=43°
0	-32,70	-19,18	-7,24
5	-32,20	-18,72	-6,83
10	-30,69	-17,36	-5,61
15	-28,18	-15,11	-3,58
20	-24,70	-11,99	-0,77
25	-20,27	-8,01	2,81
30	-14,93	-3,21	7,13
35	-8,71	2,38	12,16
40	-1,66	8,71	17,85
45	6,16	15,73	24,17
50	14,70	23,40	31,07
55	23,88	31,64	38,49
60	33,65	40,41	46,38



A la vista del gráfico se observa que para determinados valores de la declinación el error cometido es tal que el reloj así diseñado carece de función práctica.

En el ejemplo presentado por Enguera, el error no es excesivamente grande debido a que la declinación escogida se sitúa próxima al paso por cero; en otros casos, será inadmisibles, máxime si a éste le sumamos la incorrecta colocación del gnomon.

Según se cita en el prólogo del libro editado por la Fundación Urquijo, desde 1806 hasta 1906 se realizaron cinco ediciones de este tratado con el título de "Manual para construir relojes de sol", lo que parece indicar que el libro tuvo una gran difusión; por tanto es muy probable que muchos relojes declinantes construidos en ese época adolezcan de exactitud debido al error comentado en el presente texto. Desconocemos si en ediciones posteriores este error fue corregido; si algún lector posee o tiene acceso a otra edición de este libro, sería muy interesante el poder cotejar si también presenta el mismo error o este fue subsanado, por lo que le agradeceríamos nos lo hiciera saber, poniéndolo en conocimiento de la redacción del Boletín Analema.

NOTAS Y COMENTARIOS (I)

1. ENCUENTRO GNOMÓNICO EN MALLORCA

Desde hace algún tiempo la Asociación había previsto ejecutar un viaje colectivo de sus asociados a Mallorca, con el fin de contemplar los numerosos y bellos ejemplares de relojes de sol que existen en esta Isla.

Dificultades de coordinación y otras diversas circunstancias han impedido hasta la fecha la organización de este viaje.

Afortunadamente nuestro asociado Rafael Soler, que reside en Palma de Mallorca ha sabido vencer estas, para nosotros, casi insalvables dificultades de organización, y ha preparando un "ENCUENTRO GNOMÓNICO EN MALLORCA", coordinando a las siguientes asociaciones:

- Societat Catalana de Gnomònica, con sede en Barcelona
- Asociación de Amigos de los Relojes de Sol, con sede en Madrid
- Arbeitskreis Sonnenuhren, sección de Munich de la Deutsche Gesellschaft für Chronometrie

Rafael Soler, que ha sido hasta muy recientemente Director de la Autoridad Portuaria de Baleares, ha conseguido el apoyo de la Sociedad Balearica de Ingenieros Civiles, del Colegio de Ingenieros de Caminos y del Club Náutico de El Arenal. Y además de ser un eminente gnomonista es también el autor de muchos de los magníficos y monumentales relojes de solares que se encuentran, y veremos, en Mallorca

A partir del 1 de Octubre del presente año, y en todo caso antes de 1 de febrero del próximo año 1999 las personas que deseen efectuar este viaje deberán comunicarlo, indicando su nombre de asociado y el de su acompañante.

La comunicación debe hacerse a la atención de D. Rafael SolerGayá:

Por carta: Oficina del Colegio de Ingenieros
Convent de San Francesc 10
07001 - Palma de Mallorca

Por Fax 34.971.719341

E-Mail 08 fbc @ caminos.recol.es

Si hubiese alguna duda, también pueden efectuar su consulta a la:

Asociación de Amigos de los Relojes de Sol.
Isaac Peral 48 - 28040 - Madrid.

En principio este encuentro tendrá lugar los días 23, 24, y 25 de Abril del próximo año 1999.

Se ha previsto un programa de actos y visitas que se indica a continuación:

Día 23, viernes

- Llegada a Palma y alojamiento en el hotel Isla de Mallorca
- A partir de las 16 h 30: Recepción en la sala del Hotel. Exhibición de modelos, fotografías, y publicaciones diversas. Proyección de diapositivas
- A las 19^h 30: Vino de Honor ofrecido por el Colegio de Ingenieros.

Día 24. Sábado

- 9^h 30 Salida del hotel en minibús y visita a los cuadrantes de Palma
- Refresco ofrecido por Autoridad Portuaria
- Almuerzo en el Club Náutico en El Arenal
- Vista a los cuadrantes de Son Verí y Establiments,

Día 25 Domingo

- 9^h 30. Salida del hotel en minibús. Paradas en Gracia, Cura y Sant Joan
- Aperitivo ofrecido por nuestro anfitrión, Rafael Soler, en su predio de "Son Baró".
- Comida en Sa Cova, Sant Joan
- Regreso, con paradas en Sineu, Lluc y Sóller
- 20^h 00 Llegada al Aeropuerto y despedida.
- 20^h 45 Llegada al Hotel (si alguien pernocta)

Las condiciones económicas son las siguientes:

Precio aproximado

22 000 pesetas por persona
aproximadamente 132 ecus
Suplemento por habitación individual: 2650 pts.

El precio incluye:

- Alojamiento en el Hotel, régimen de desayuno, en habitación doble, noches de los días 23 y 24.
- Almuerzos comunes los días 24 y 25
- Servicio de minibús. para los viajes
- Asistencia a los actos sociales

No incluido en el precio

Viaje a Palma de Mallorca
Traslado del aeropuerto al Hotel
Gastos extras en el Hotel

NOTAS Y COMENTARIOS (II)

2 SIMPOSIO INTERNACIONAL EN GENK, BELGICA

El pasado día 20 de septiembre se celebró en Genk un simposio organizado por la sociedad belga de gnomónica *Zonnewijzerkring Vlaanderen*, en el que se expusieron los relojes ganadores del Certamen Internacional para la construcción de un "parque solar" en los jardines de Molenvijverpark..

Se pretendía que los relojes se inauguraran y presentaran al público con ocasión del equinoccio otoñal. Sin embargo, desgraciadamente, el retraso en la construcción de los mismos sorprendió a los organizadores, que se hubieron de contentar con la presentación de los respectivos autores de los diseños y la visita a los pocos ejemplares que, en diversos grados de terminación, se encontraban en el parque solar.

Al concurso se presentaron ochenta proyectos diferentes, entre los que el Jurado eligió, y decidió construir, una docena: siete belgas, dos españoles, un francés, un alemán y uno holandés.

Los diseños elegidos fueron los siguientes:

Autor	Tipo	Notas
J. Lyssens	Horizontal	Corregido por ET
J. Opgenhaffen	Horizontal	Grandes dimensiones
P. Oyen	Horizontal	Gnomones prismáticos
J. de Graeve	Meridiana	Gnomon de rendija
J.M. Ansel	Polar	En forma de libro
W. Ory	Poliédrico	Contiene 7 relojes
R. Vinck	Analemático	En escalera
R. Soler	Bifilar	Catenaria
J. Moreno	Cono	Nuevo tipo
J de Graeve	Esfera armilar	
Scharstein	Digital	Dial Numérico
J de Vries	Sonius spar	

Hay que destacar el éxito que el certamen ha representado para los gnomonistas españoles.

Dejando aparte al país anfitrión, España es el único país que ha conseguido dos premios. Más aún, los organizadores afirman en su presentación oficial que, de los ochenta modelos, tres de ellos eran verdaderamente originales, y dos de éstos eran los españoles.

Los dos autores de los modelos mencionados son nuestros asociados Rafael Soler Gayá, Doctor Ingeniero de Caminos, y Javier Moreno Bore, Ingeniero Industrial, ambos muy conocidos por nuestros lectores por sus valiosos artículos de colaboración presentados en "Analema"

El primero presentó un reloj bifilar en el cual uno de los hilos es una catenaria y el otro una línea recta. Está combinado con un reloj lunar. Las grandes dimensiones del diseño original se vieron reducidas por dificultades presupuestarias de la organización. El modelo final -terminado de instalar a toda prisa la víspera de la inauguración- es de acero inoxidable, de forma elíptica, y situado sobre una mesa o pedestal de hormigón.

El reloj de Javier Moreno es una versión de su modelo de gnomon cónico para horas itálicas y babilónicas. Se está construyendo en acero inoxidable en unos astilleros cercanos, pero el día del simposio sólo estaba visible la bancada de hormigón, de unos 5 x 5 metros. Ambos autores fueron felicitados por los asistentes y respondieron a numerosas cuestiones sobre los mismos. La redacción de *Analema* se une, una vez más, a esa felicitación.

El tercer modelo realmente original fue el reloj digital presentado por Hans Scharstein. En realidad es el segundo ejemplar que se ha construido, el primero está en el Museo de la Ciencia de Munich.

En este reloj digital se ha conseguido, mediante un sistema de rejillas y rendijas que la variación de dirección de los rayos solares, indiquen la hora mediante números luminosos. Este sistema ya había sido propuesto anteriormente, pero hasta ahora no se había conseguido disponer el conjunto de pantallas y filtros para obtener este notable resultado

JMB



El coordinador del Proyecto, Jan de Graeve con Rafael Soler Gayá y Javier Moreno-Bore.

NOTAS Y COMENTARIOS (III)

3. SOBRE ALGUNOS RELOJES-CAÑÓN

En nuestro Boletín anterior apareció una reseña de N.Marquet sobre un célebre reloj solar instalado en los jardines del Palais-Royal de París, actualmente desaparecido por haber sido robado hace unos meses.

Este reloj estaba provisto de un pequeño cañón que disparaba, por la acción de los rayos solares, a la hora de mediodía (más o menos, ya que requiere un ajuste diario de su sistema óptico))

Algunos lectores nos han comunicado la existencia de varios relojes de este tipo, de los cuales recogemos la ubicación de los siguientes:

Observatorio Astronómico, en Madrid
Museo del Ejercito, en Madrid
Colegio de los Agustinos, en León
Museo o Seminario, Mondoñedo
Palacio da Pena, en Sintra

No sabemos si existen más ejemplares de estos relojes-cañón en España, aunque es muy probable que se encuentren algunos otros, por lo que rogamos a quien tenga conocimiento de la existencia de algún ejemplar de este tipo de reloj que nos indique los datos que posea sobre el mismo. ML

4. LA GNOMÓNICA EN LOS SELLOS DE CORREO

Nuestro asociado A .Majó, que es un conocido filatélico, además de gnomonista, ha reunido una notable colección de sellos de correos con diseños de relojes de sol y otros instrumentos astronómicos o matemáticos, de la cual nos ha enviado una copia que, desafortunadamente, no hemos podido reproducir en "Analema" por dificultades de impresión en color de las bellas imágenes de los sellos

Con este precedente la Asociación ha efectuado una propuesta a la "COMISIÓN DE PROGRAMACIÓN DE EMISIONES DE SELLOS Y DEMÁS SIGNOS DE FRANQUEO" del Servicio Filatélico de Correos y Telégrafos

En dicha propuesta se propugnaba que en el año 1999 se efectuase una emisión de sellos con motivos y diseños de relojes solares

Aunque en principio se nos indicó que sería tomada en consideración nuestra propuesta, finalmente se nos ha comunicado que no se efectuará dicha emisión durante el año 1999

Nos proponemos insistir para que sea aceptada para el año 2000

5. REVISTA ITALIANA SOBRE GNOMÓNICA

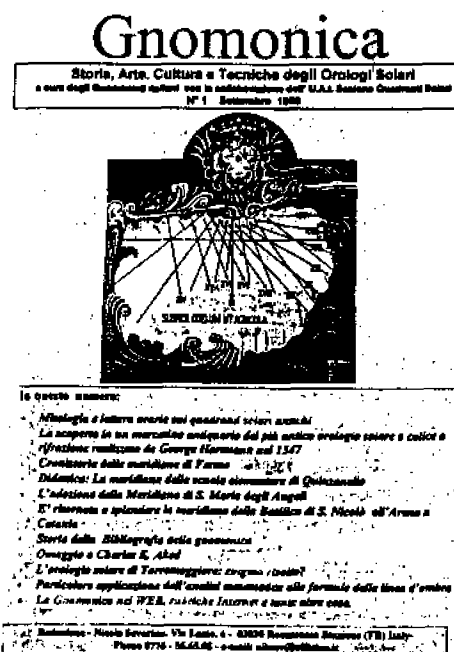
Hemos recibido el primer número de la revista "GNOMÓNICA", boletín cuatrimestral, en italiano, editado por Nicola Severino. En este Boletín se recoge la colaboración de eminentes gnomonistas de nuestro país hermano, y de la Sección de Cuadrantes Solares de la U.A.I. (Unión de Astrófilos Italianos.)

Nos congratulamos de la aparición de esta nueva publicación, que da a conocer la importante contribución a la gnomónica de los numerosos y bien preparados gnomonistas italianos.

Han colaborado en este primer número G.Agneli, R.Anselmi, F.Bernacchia, D. Bonara, A. Cintio, L. Colombo, R.Facchini, P.Forlatti, L. Morra, R.Nordio, G.Rigassio, M. Trobia, J. Vaccaro, G.Vanin y, como es natural, Nicola Severino.

En nombre de nuestra Asociación, felicitamos a los redactores y colaboradores de esta nueva revista, que aumenta el ya apreciable número de boletines en los que se publican periódicamente temas relacionados con la gnomónica.

A continuación reproducimos su cubierta



5. NOTA DE TESORERÍA

A petición de algunos socios recordamos el número de la cuenta corriente de nuestra Asociación

Entidad 0058 BNP ESPAÑA S.A.
Oficina 0060-91 REAL 26. LAS ROZAS
28230-MADRID

Cuenta 025226800
Titular ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

RESEÑAS DE LIBROS

Título	RELOJES DE SOL EN LEÓN
Autores	José Luis Lorente Nicolás Miñambres
Signatura	ISBN. 64-8183-041-0
Tamaño	24 x 30 cm.
Páginas	164
Edita	Caja España
Edición	Ambito Ediciones. 1997
Imprime	Gráficas Andrés Martín.
Idioma	Español
Precio	5000 pesetas

Siempre es motivo de satisfacción para nuestra Sociedad la aparición de un nuevo libro dedicado a la gnomónica, especialmente cuando uno de sus autores es miembro de la misma.

El libro que aquí se reseña constituye una valiosa aportación al conocimiento de los más de 150 relojes solares, identificados y catalogados, que han sido descubiertos por J.L. Lorente Aragón en el transcurso de sus incesantes viajes e investigaciones efectuadas durante bastantes años.

Pero este libro no constituye solamente un catálogo o repertorio de relojes solare. Una ojeada a su índice permite apreciar que el tema ha sido tratado con mayor profundidad, incluyendo sus aspectos históricos, humanos, e incluso literarios, obra sin duda de su coautor N. Miñambre

Si edición y presentación gráfica es realmente espléndida, con una cuidada composición tipográfica y perfecta reproducción de los 18 dibujos en blanco y negro y las 210 fotografías y dibujos en color que ilustran sus páginas, de las cuales muchas de ellas alcanzan un elevado nivel, no solamente informativo sino también artístico. Sin embargo debemos lamentar el error que se ha deslizado en algunas de las láminas que representan a los principales tipos de relojes solares, en las cuales la posición de la imagen del Sol no es la adecuada

En resumen: este excelente libro viene a completar, de una forma vistosa y agradable, el conocimiento de los relojes solares que existen en España incluyendo las principales características, y numerosas y detalladas fotografías en color, de todos los que existen en la provincia de León y han sido identificados hasta la fecha de su publicación

A continuación reproducimos el extenso índice de la obra.

INDICE

PRESENTACIÓN

LOS RELOJES DE SOL

Vagas notas sobre el tiempo
La medida del tiempo. Reloj de Sol en la Historia
Mecanismos de Relojería, Formas de literatura.
Unas palabras sobre la Astrología
Estaciones, trabajos, tradiciones.
Los relojes de sol en los paisajes leoneses

LOS RELOJES DE SOL EN LEÓN

Presentación

Breve historia de la gnomónica
Primera etapa: La prehistoria
Segunda etapa: Progreso y culminación
Tercera etapa: divulgación y coexistencia
Cuarta etapa: el Monacato y el Islam

Componentes básicos de los relojes solares

El estilo
Estilos de horas desiguales
Modelos de cuadrantes en León
Sobre la técnica de sujetar los gnomones
La faz
Líneas horarias

Funciones de los relojes solares

Calendario
Reloj

Viajes por León: a la búsqueda del cuadrante solar

Datación de los relojes
Reloj con Leyendas
Cuadrantes en peligro de desaparecer
Cuadrantes rescatados y restaurados.
Cuadrantes desaparecidos.
Relación entre los leoneses y los cuadrantes
Guía para un trabajo de campo

INVENTARIO DE LOS RELOJES DE SOL EN LEÓN

Reloj de sol localizados
Reloj de sol especiales
Indicadores de Mediodía
Reloj de sol desaparecidos
Distribución de los relojes en la provincia de León

CATÁLOGO DE RELOJES DE SOL EN LEÓN.

Reloj especiales
El monumental reloj-calendario de Castropodame
Heliógrafos
Indicadores de Mediodía
Borrenes
Rosales de la Lomba
San Adrián
Villamor de Órbigo

M.M. Valdés analiza un reloj calificado como "romano" que se encuentra en el Museo de Montpellier, capital del departamento de Hérault, Francia. Llega a la conclusión de que aunque efectivamente las líneas horarias fuesen romanas, los numerales que las acompañan debieron ser trazados muy posteriormente, en la alta edad media, por lo que se debería añadir una nota explicativa M.M.

EL RELOJ DE SOL (A) DEL MUSEO DE ENSÉRUNE

M.M. VALDÉS

En la vitrina 13 de la sala Sigal del Museo de Montpellier se expone un reloj solar calificado como "Romano".

Llamaremos "Reloj de sol (A)" a este ejemplar, para distinguirlo de otro u otros relojes de sol que pudieran ser hallados en el mismo emplazamiento arqueológico.

En este ligero análisis, que aquí se presenta, intentaremos analizar si el calificativo de "romano" aplicado al ejemplar que aparece en la vitrina es totalmente correcto.

Ensérune fue un habitat galo-romano, cuyo final no se debió a la guerra, sino a una emigración voluntaria de sus habitantes buscando condiciones de vida más adecuadas. Bajaron hacia el llano, amparados en la seguridad que la "pax romana" les aseguraba

En la vertiente sur de la colina donde se hallaba el poblado fue erigida por los cristianos, a mediados del siglo V, una pequeña basílica dedicada a los santos Vicente, Agnés y Eulalia. Sin embargo el lugar permaneció deshabitado hasta nuestros días.

Como es sabido los romanos, y griegos, y otros pueblos de la antigüedad, utilizaban para medir el tiempo de sus actividades diarias un horario diferente al que usamos en la actualidad (horas iguales o equinocciales).

Dividían el día natural, que transcurre desde el orto hasta el ocaso del Sol, en doce partes iguales que llamaban *prima, segunda, tercia, etc.* hasta la *duodécima* o suprema.

La civilización griega nos ha legado algunos relojes en los que se puede apreciar que el nombre de una hora no señalaba un instante del tiempo, como lo indica para nosotros, sino el intervalo comprendido entre el final de la hora anterior y el comienzo de la posterior. Es decir, para los romanos:

- Las horas eran diferentes cada día del año, y los ángulos horarios son también distintos de los relojes a los que estamos acostumbrados.
- La hora no la marca la línea de sombra del gnomon, sino la sombra de su punta
- La hora central del día se conoce con el nombre de *sexta*

Ambos horarios, (horas antiguas o desiguales, y horas actuales o iguales), se han usado simultáneamente durante bastante tiempo. De hecho el horario temporal se siguió empleando hasta el siglo XVII, en el que se generalizó el uso de los relojes mecánicos que, naturalmente, son incompatibles con una hora variable con el transcurso de los días.

El reloj (A) está grabado en un casco de "terra sigilata" que conserva la impronta del sello.

Uno de los extremos de dicha marca ha sido aprovechado como centro del reloj.

Las líneas horarias (de trazado muy poco geométrico) ocupan un fragmento de cerámica de 11,5 x 7 cm. (Fig.1)

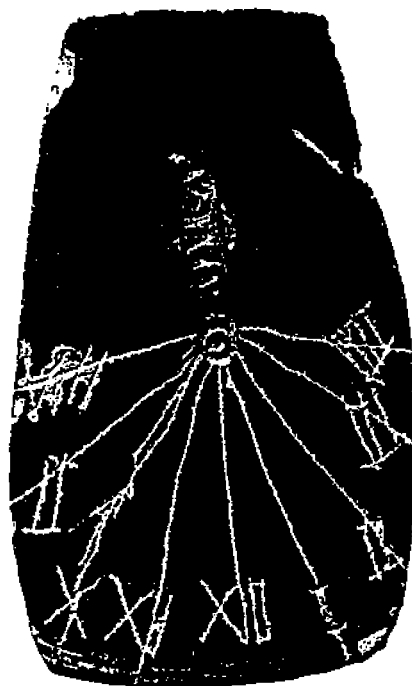


FIGURA 1: ASPECTO DEL RELOJ "ROMANO" (A)

Si analizamos con detalle este reloj, se observan las siguientes peculiaridades ;

- Contiene nueve líneas horarias identificadas cada una de ellas con los numerales romanos VII, falta la VI, VIII (VII.), II, X, XI, XII, I, II, III, falta la IIII, y la hora V se llama IIII.
- Los ángulos horarios (Fig. 2) coinciden con los un reloj de sol de horas temporarias calculado para una latitud de 43° N. (sensiblemente la latitud de Ensérune)

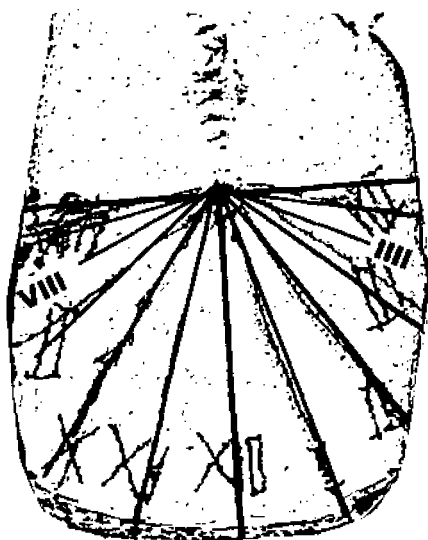


FIGURA 2: SUPERPOSICIÓN DE HORAS TEMPORARIAS

El sentido de numeración de las líneas horarias parece indicar que se trata de un reloj vertical, lo que queda confirmado mediante la figura 3 que representa al haz de líneas horarias que correspondería a un reloj horizontal de horas equinocciales para la latitud de 43°

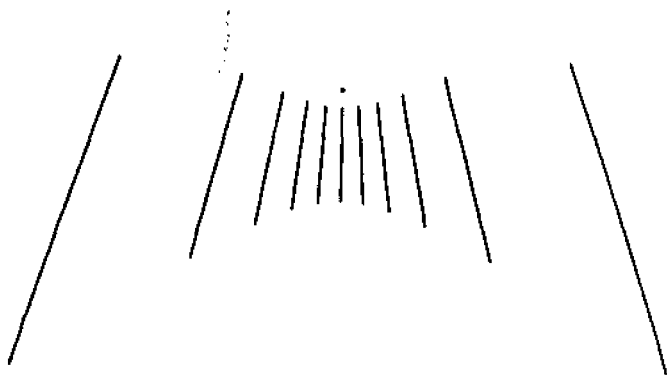


FIGURA 3 : LINEAS HORARIAS DE UN RELOJ HORIZONTAL PARA HORAS TEMPORARIAS

Las líneas horarias que se dibujan en las figuras 4 permiten descartar que se trate de un reloj de sol horizontal, o de un reloj vertical de horas iguales.

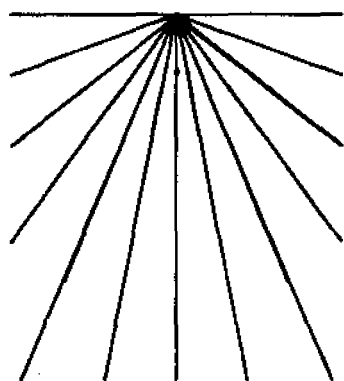


FIGURA 4 : LINEAS HORARIAS DE UN RELOJ DE SOL HORIZONTAL HORAS EQUINOCCIALES

Nos encontramos con un reloj de sol vertical de traza rudimentaria, con algunos errores. Sus ángulos horarios parecen corresponder con los del horario temporal, pero utiliza una numeración para las horas que no se comenzó a emplear hasta una época muy posterior a la romana (edad media avanzada)

Es posible plantear dos hipótesis que expliquen las siguientes peculiaridades y contradicciones de este extraño reloj:

- Sus trazos aparecen en un casco de *terra sigillata*.
- Ha sido encontrado en un emplazamiento romano.
- Tiene líneas horarias como las del horario temporal
- La numeración corresponde al horario equinoccial.

Primera hipótesis:

Se trata de un reloj medieval, grabado sobre un trozo de cerámica hallado accidentalmente en Ensérune en un nivel arqueológico romano

Segunda hipótesis:

Es realmente un reloj romano, pero los numerales de las horas fueron garrapeados por una mano inexperta, muy alejada en el tiempo de la que trazó las líneas horarias.

Si se pudiese conocer más detalles del lugar del hallazgo del reloj, quizás se aclarasen algunos puntos que ayuden a clasificarlo.

En todo caso, exhibir en un museo este reloj como "romano", requiere, por lo menos una nota explicativa de la numeración de las horas.

NOTA: En *Analema* nº 8, Mayo-Agosto 1993 se expone un caso de datación incorrecta que guarda cierta analogía con el que aquí se presenta.

Se trata de un reloj, que apareció en un nivel de excavación romano, en el castro de Bergidum, y como tal se hallaba clasificado en el Museo de Cacabelos.

La comprobación de sus líneas horarias permitió determinar que se identificaban muy aproximadamente con las que corresponden a un reloj vertical para horas iguales en lugar de temporarias, lo que no obstante su procedencia y factura hacía muy dudosa la datación asignada

Una investigación llevada a cabo en la comarca de El Bierzo consiguió descubrir otro ejemplar muy semejante, utilizado como benitero en la iglesia parroquial de Villamartín, cercana a Cacabelos.

La conclusión final fue que, no obstante su procedencia de un nivel arqueológico romano (?), el llamado *Reloj de Cacabelos* no es anterior al siglo XV. MMV

A de Vicente termina con este capítulo el estudio del "Vector Horario", elemento fundamental, juntamente con la serie de triedros móviles, para la resolución mediante este método de los problemas gnomónicos. En el próximo capítulo se desarrollarán estos temas.

GNOMÓNICA VECTORIAL (Continuación)

ANTONIO DE VICENTE

Línea del Horizonte

Es, por definición, la traza del Plano Base (A) con el paralelo al horizontal, pasando por el punto P_0 cabeza del Estilo. Indica la frontera donde el "Rayo Solar" incide sobre (A) y lo ilumina, para lo cual debe suceder lo mismo sobre el plano horizontal del lugar geográfico H (Cumpliendo en el primer caso con B.(1.1) $W_s = -c \operatorname{sen} \phi \cos \delta - d \cos \phi \cos \delta - f \operatorname{sen} \delta$ (Capítulo II)

En el Triedro (3) se verifica, que la componente de cualquier Estilo sobre el eje Z_3 , es decir, P_{z3} , viene dada por su proyección sobre dicho eje, (producto escalar $(P_0-H)_3 \times k_3$).

Además la ordenada de la Línea del Horizonte y_{H_3} para que haya iluminación y el "Rayo Solar" se halle situado sobre el Plano (A), debe cumplir con: Fig.(E-5) y (E-6)

$$(E.13) \quad y_{H_3} = - \frac{P_{z3}}{\cos i} = - \frac{(\overline{P_0-H})_3 \overline{k_3} \cos \phi}{\cos i \cos \phi} = - \frac{dP_{y_3} + aP_{z_3}}{d} = \frac{N_3}{d}$$

siendo $\overline{k_3} = -\overline{j_3} \cos i + \overline{k_3} \operatorname{sen} i$ según (B.4.1) con $\alpha = 90^\circ$ Capítulo II ; $(\overline{P_0-H})_3 = \overline{i_3} P_{x_3} + \overline{j_3} P_{y_3} + \overline{k_3} P_{z_3}$ según (D.1) Capítulo III ; y $dP_{y_3} + aP_{z_3} = N_3$ según (E.6.5) Capítulo IV

Existe reloj, en consecuencia, cuando $y_s > y_{H_3}$ y $W_s > 0$

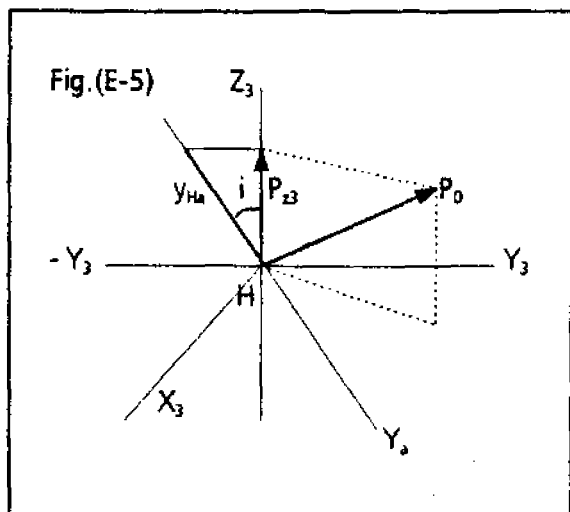
Con el mismo razonamiento en el Triedro (B), se tiene: $N_b = (m \operatorname{sen} \phi + a \cos \phi) P_{z_b} + dP_{y_b}$ (según (E.6) Capítulo IV) y $y_s = x_b \operatorname{sen} \phi + y_b \cos \phi$ (según (D.4) Capítulo III)

- Ejmp.: En el Triedro (A) con Estilo paralelo al Eje Terr. ($\overline{k_2}$) se verifica que: $P_{y_3} = -j$; $P_{z_3} = f$ (según (B.4.1) Capítulo II) y $-dj + af = n$ (según (B.7.2) Capítulo II). Con ello se llega a:

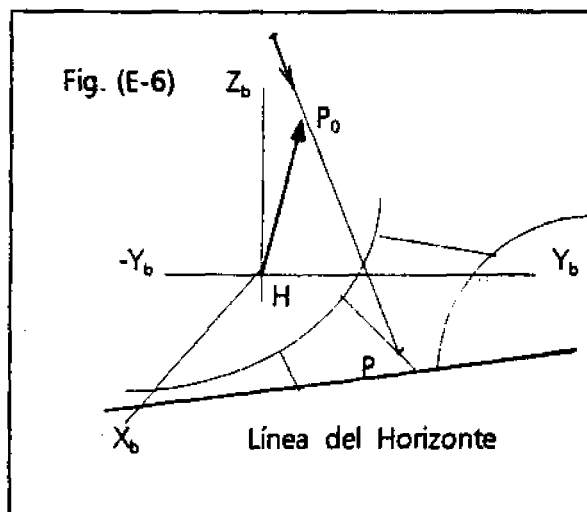
$$(E.13.1) \quad y_s = n/d$$

Si siguiendo un desarrollo similar, si el Estilo es normal al Plano Base, ($P_{y_3} = 0$; $P_{z_3} = 1$), el resultado es:

$$(E.13.2) \quad y_s = a/d$$



Ordenada y_{H_3} Línea del Horizonte. Triedro (A)



Línea del Horizonte sobre el Triedro (B)

Ecuación del Tiempo. Cálculo de la Lemniscata.

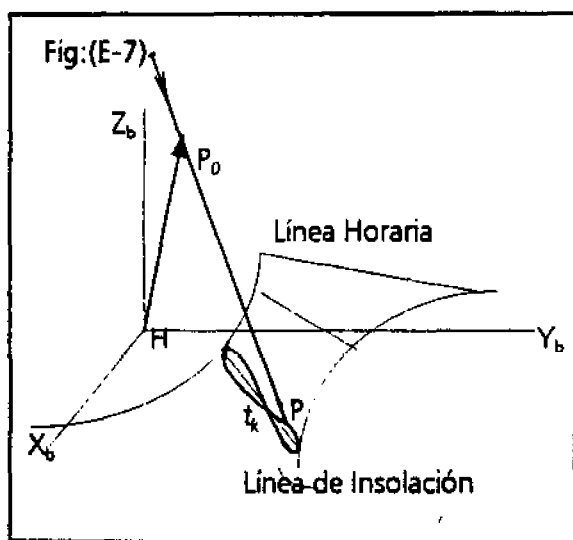
El tiempo medio es distinto del tiempo solar verdadero debido a que los principios básicos de la Gnomónica no se atienen a las leyes de Kepler y su diferencia en cada instante, se conoce como la Ecuación del Tiempo. En un reloj solar, el punto P, cabeza del "Vector Horario" en lugar de describir a una hora determinada durante un año, una recta del "Haz Horario," lo hace a través de una curva con forma de ocho llamada "Lemniscata" Fig.(E-7) La diferencia de tiempo entre estas dos líneas viene dada por la citada Ecuación del Tiempo. $t_k - t_s = "Ec.Tp"$ Estos valores se hallan publicados en cualquier tratado de Astronomía o Gnomónica. (p. ejmp. en ANALEMA N° 20) ; su representación gráfica se indica en la Fig.(E-8).. Aplicándolos a través de todo año, el "Angulo Horario Solar Verdadero" quedaría expresado por:

$$(E.14) \quad \varphi_s = 15t_k + \varphi_{hk} + 90 - "Ec.Tp"/4 \quad \text{siendo } t_k \text{ la hora solar media del punto geográfico K en el punto H y "Ec.Tp" en minutos:}$$

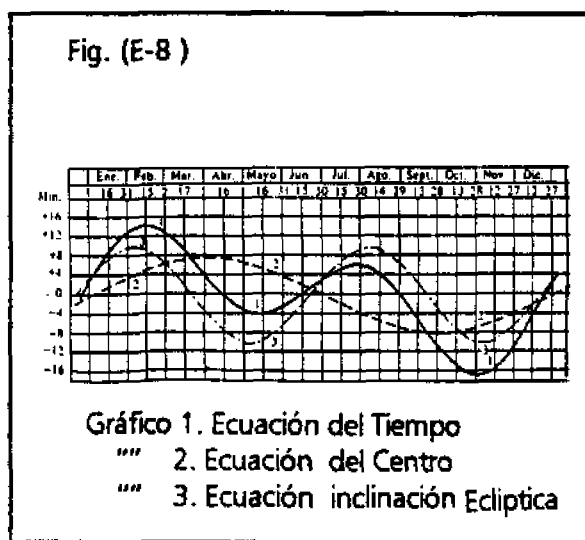
La fórmula (A.4) $\varphi_h = 15t_k + \varphi_{hk} + 90$ dada en el Capítulo I, en oposición a la anterior, indica el "Angulo Horario" en función del tiempo medio del punto geográfico. K. Su diferencia es la "Ec.Tp", por cambio de tiempo.

Consecuentemente, la ecuación vectorial de la Lemniscata está dada por el "Vector Horario" con el "Angulo Horario" φ_s para una hora determinada t_k es decir:

$$(E.5.0) \quad (\overline{P-H})_b = \overline{T}_b \frac{A_b \sin \varphi_s + b_b \cos \varphi_s + H_b \operatorname{tg} \delta}{c \sin \varphi_s + d \cos \varphi_s + f \operatorname{tg} \delta} + \frac{M_b \sin \varphi_s + N_b \cos \varphi_s + J_b \operatorname{tg} \delta}{c \sin \varphi_s + d \cos \varphi_s + f \operatorname{tg} \delta}$$



Lemniscata sobre la línea horaria t_k



Línea de la Ecuación del Tiempo

A través del "Vector Horario" y/o los diversos Triedros, se resuelven los principales problemas de la Gnomónica en los próximos Capítulos, donde se seguirán los criterios del cálculo vectorial, que tiene las ventajas de: en primer lugar introducir en el ordenador ecuaciones paramétricas, llegar a resultados finales directamente y en sus gráficos quedar reflejadas las limitaciones antes estudiadas, como las Líneas de Insolución, el Haz Horario, la Línea del Horizonte y la condición de Iluminación; y en segundo lugar desarrollar las ecuaciones algébricas, con las que se pueden estudiar las propiedades gnomónicas y resolver analíticamente sus problemas con una visión mas amplia. Son los siguientes:

-1º) Capítulo V (F). Cálculo de la Inclinação y Declinación de un plano

En un plano (A) y con un Estilo normal al mismo, midiendo el ángulo que forma el "Vector Horario" a la hora solar verdadera de un día determinado, con una dirección definida, se calcula la declinación y la inclinación del plano (A), sin resolver el reloj.

-2º) Capítulo VI (G). Relojes Bifilares

Multiplicando por dos escalares el "Vector Horario", se resuelve el correspondiente al "Reloj Bifilar"

-3º) Capítulo VII (H). Cálculo del Azimut y Altura solar.

Haciendo coincidir el Triedro (3) con el Triedro (2), (obligando $\alpha=90$), se obtiene el "Vector Azimut-Altura Solar" con variables función de las anteriores.

-4º) Capítulo VIII (J). Iluminación de un plano

La iluminación de un plano es función de los "c.t.p" (Grupo Denominador) c,d, f.

-5º) Capítulo IX (K). Líneas Horarias en cilindros, conos y planos

La intersección del plano $Y_1=0$ del Triedro (1) con cualquier superficie situada sobre los Triedros (3), (A) ó (B), genera Líneas Horarias. (ejemp. relojes cilíndricos o cónicos)

-6º) Capítulo X (L). Líneas de horas Babilónicas, Itálicas y Sidereas

Planos paralelos al $X_1=0$ del Triedro (1) cortan a superficies situadas en los Triedros (3), (A) ó (B) según líneas horarias Babilónicas, Itálicas ó Sidereas.

-7) Capítulo XI (M). Líneas Babilónicas, Itálicas y Sidereas (continuación)

Las ecuaciones de las líneas citadas en el punto anterior, se resuelven asimismo partiendo de un origen móvil del "Vector Horario". (Orto u Ocaso solar)

-8) Capítulo XII (N). Relojes Analemáticos

El movimiento del Estilo, paralelamente a si mismo y sobre el eje $Y_b H$, genera el "Vector Horario" del reloj "Analemático"

-9) Capítulo XIII (Ñ). Teoría de los Planos Paralelos

El paralelismo de dos planos situados en los puntos geográficos H y K está definido por los "c.t.p" Grupo Denominador c,d, f. de ambos planos y el ángulo φ_{HK} diferencia de longitudes de dichos puntos.

-10) Capítulo XIV (O). Teoría de los Astrolabios

Por cierta similitud con el proceso seguido hasta ahora, se estudia también la Teoría de los Astrolábios mediante un "Vector Base", similar al "Vector Horario" gnomónico. Está generado por dos Triedros, el primero de los cuales, a través de un Vector posicional, define sobre la Esfera Celeste, puntos, almincantaradas y meridianos, y el segundo, sitúa el punto de proyección de las curvas antes citadas y su plano de proyección.

Estas proyecciones son función de dos coeficientes, cuyos valores determinan el tipo de Astrolábios.

A.de V.

PRÓXIMA PUBLICACIÓN. Capítulo V: Cálculo de la inclinación y declinación de un plano

ERRATAS en el capítulo IV (ANALEMA 20. PÁGINA 21. LÍNEA 9)

DONDE DICE: segmentos horarios de igual longitud

DEBE DECIR. segmentos horarios aumentados en igual longitud

En este artículo se expone uno de los métodos utilizados por Clavius par el trazado de los relojes verticales declinantes. Está basado en razonamientos puramente geométricos, llegando a unas construcciones gráficas muy sencillas e intuitivas que le permiten sistematizar el diseño de estos relojes por medio de un ábaco que, creemos, es casi desconocido por los gnomonistas actuales. Agradecemos al distinguido gnomonista italiano Alessandro Gunella las notas y referencias que sobre este tema, nos ha facilitado. M.L.

EL ÁBACO DE CLAVIUS PARA EL TRAZADO DE RELOJES DECLINANTES

M. LOMBARDERO

Christophoro Clavius nació en Bamberg en 1577 y murió en Roma en 1612. En esta ciudad enseñó matemáticas por espacio de 20 años. Fue miembro de la Congregación jesuítica, reputado astrónomo y uno de los coautores de la reforma del Calendario llevada a cabo por el Papa Gregorio XIII, en medio de agrias discusiones sostenidas entre los mas destacados científicos de su época

De sus obras, escritas en un latín que podríamos definir como claro pero pesado, destacaremos únicamente las dos, que se reseñan, en las que trata exclusivamente cuestiones gnomónicas.

GNOMONICIS LIBRI XVI Escrita en 1581, es un monumental tratado, no muy bien acogido, ya que, en juicio del historiador de las matemáticas Montucla (1758):

...sería una obra excelente sin la extrema confusión que reina en sus figuras y en sus demostraciones. Es tal la dificultad que según el juicio del P. Deschales, es más fácil para una persona inteligente crear enteramente la Gnomonica que leerla en su libro ...

Excesivamente riguroso parece este juicio, aunque no está desprovisto de un cierto fondo de verdad, ya que el mismo Clavius publicó dos años más tarde, en 1586, su nuevo libro:

FÁBRICA ET USUS INSTRUMENTI AD HOROLOGIORUM DESCRIPTIONEM". que es una obra de cuidada presentación y abundantes ilustraciones. Contiene numerosas innovaciones y ha sido abusivamente expoliada por algunos de los gnomonistas posteriores que, como era habitual en aquellas épocas, procuraban disimular sus fuentes de información.

El autor del presente artículo ha utilizado anteriormente, y sin tener conciencia de ello, alguno de los métodos propugnados por Clavius, expresándolos en un lenguaje matemático moderno, mediante los conceptos de "correspondencia afín, o "afinidad"; aplicando métodos fundamentalmente geométricos pero traducidos al lenguaje trigonométrico (Ver: *Aplicaciones de la afinidad geométrica para el trazado de las líneas horarias*, en Analema 7, pag.5)

Ver también "El método de la costurera para trazar relojes declinantes" y "Más sobre el método de la costurera" (Analemas 17, pag. 5 y 18, pag. 9.)

El Dott. Ing. Alessandro Gunella, eminente gnomonista italiano que ha leído alguno de estos artículos, nos comunica, con gran sorpresa y agrado por nuestra parte, que el fundamento de estos métodos ya había sido tratado por Clavius.

¡ Nihil novum... ! No imaginábamos tener un predecesor tan ilustre

A. Gunella nos ha enviado unas notas y dibujos que demuestran su gran conocimiento de este autor y de las construcciones casi exclusivamente geométricas utilizadas en aquella época..

Estas notas son la base del presente escrito, que no es una transcripción literal de los dibujos y explicaciones de Clavius, sino un nuevo desarrollo de sus conceptos y métodos gráficos,

Como otros muchos autores antiguos, Clavius, se basa en el reloj ecuatorial, en el que las líneas horarias forman entre ellas ángulos de 15° .

Proyectando este reloj paralelamente al eje celeste, sobre cualquier plano se obtiene el nuevo reloj situado en este plano, como es evidente, ya que ambas figuras son en realidad secciones del haz de planos horarios que tiene como eje común una recta paralela al eje celeste que pasa por el centro del reloj

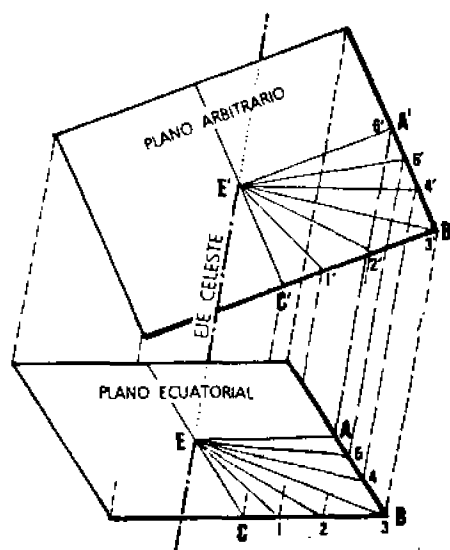


Fig. 1 Proyección del reloj ecuatorial sobre un plano cualquiera.

Los puntos de intersección de las líneas horarias con una recta cualquiera del plano ecuatorial y los de la figura proyectada, dividen a estos segmentos en partes proporcionales, (Hoy día diríamos que existe una afinidad geométrica entre ambas figuras.)

Esta propiedad, que es evidente en el ecuatorial, se verifica también en cualquier otro reloj

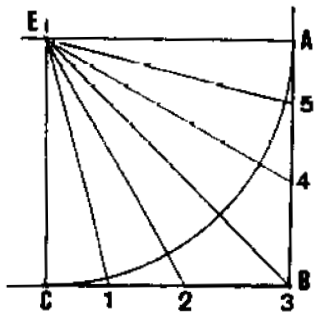


Figura 2. Ecuatorial

En la siguiente figura 3, se ha representado la proyección del reloj ecuatorial (para mayor claridad se ha dibujado solamente el cuadrante inferior derecho OEA_B) sobre los planos horizontal, vertical y declinante, obteniendo los rectángulos HA_hB_O (HORIZONTAL VA_vBO (VERTICAL) y el paralelogramo VA_dB_dO (VERTICAL DECLINANTE).

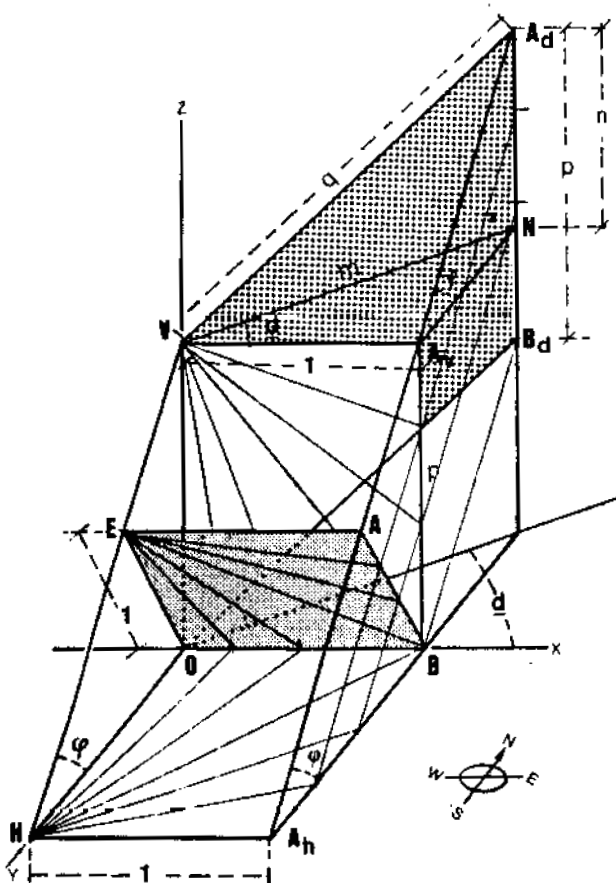


Fig. 3. Proyección del reloj ecuatorial sobre

Como en el ecuatorial todas las líneas horarias forman entre si ángulos de 15° (fig 2), se tiene :
 $[C1] / [CB] = [A5] / [AB]$
 $[C2] / [CB] = [A4] / [AB]$
 $[C3] / [CB] = [A3] / [AB]$
 Y análogamente sucede en el plano del reloj (arbitrario) elegido

Se observa que el reloj declinante queda completamente definido si se determinan las tres magnitudes lineales $VN = m$, $NA_d = n$ y $B_dA_d = p$

Una sencilla construcción geométrica nos permite determinarlas en función de la latitud del lugar φ y de la declinación del muro d

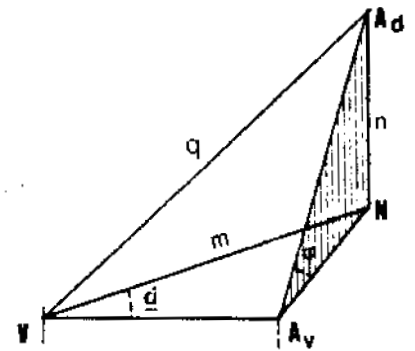
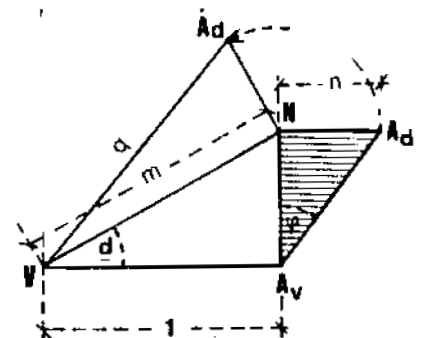


Figura 4. Pirámide

Abatiendo las dos caras verticales del tetraedro sobre el plano de la base, que tomaremos como plano del dibujo, se obtiene la figura 5.



Esta figura nos permite determinar gráficamente los dos valores lineales: $NA_d = n$ y $VN = m$

Figura 5. Determinación de m y n

En todas estas figuras se ha tomado como unidad lineal el lado del cuadrante del reloj ecuatorial.

Para hallar p se abate el triángulo A_hA_vP sobre el plano vertical, que en este caso es el plano del dibujo, como se indica en la figura 7.

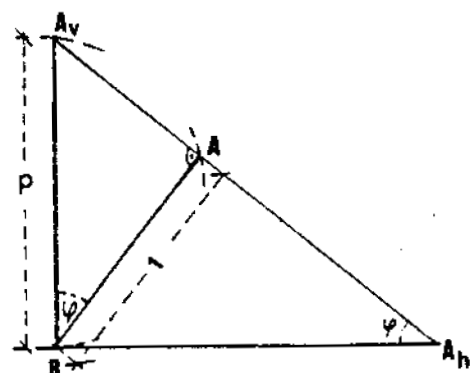


Figura 6. Determinación de p

Los trazados anteriores son la base de una gran parte de las construcciones geométricas indirectas del reloj declinante, y en particular justifican las ingeniosas construcciones de Clavius, quien sistematiza y simplifica su trazado acoplándolos para formar sus ingeniosas figuras.

Basándose en estas sencillas propiedades Clavius imagina un ábaco que permite trazar gráficamente, en unos minutos y sin cálculos, cualquier reloj vertical, sea o no declinante, (y por extensión el reloj horizontal, considerado como un reloj vertical de declinación nula, para la latitud complementaria).

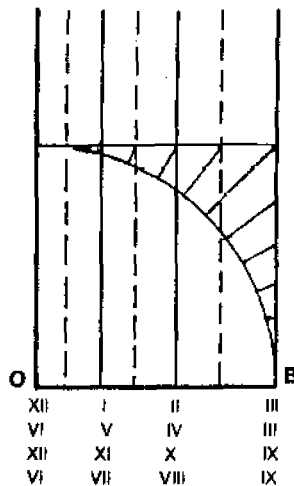


Figura 7. Ábaco

Utilizando el ábaco, y análogamente a como se hizo en las figuras 4 y 5 se obtienen los valores de m , y p que determinan la configuración del recuadro del reloj declinante.

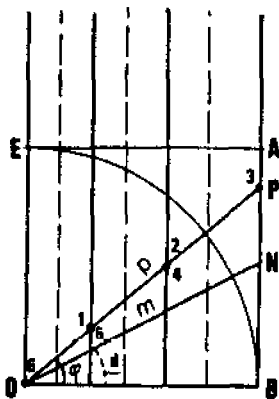


Figura 8. (m , p)

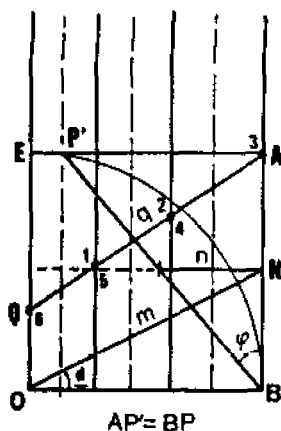


Figura 9 (n , q)

En la figura 7 se representa el mencionado ábaco. El segmento OB es igual al lado del reloj ecuatorial OB en la figura 2, y las líneas verticales, por O y B y los otros puntos intermedios, que llamaremos "líneas de las horas" corresponden a las divisiones horarias de dicho reloj ecuatorial (puntos 1,2,3, ...) determinados como se indica en la figura 2

Trazando a partir de O las rectas ON , que forman respectivamente el ángulo $NOB = d$ y OP con el ángulo $POB = \varphi$ se determinan inmediatamente los valores de m y p , como puede comprobarse si se examinan las figuras 4 y 5 expuestas en la página anterior

La figura 9, que se deduce de la figura 5 permite hallar el valor del tercer parámetro n

De esta forma se hallan los tres parámetros lineales y los puntos (•) determinativos de las intersecciones de las diversas líneas horarias con el paralelogramo recuadro del declinante. (q se obtiene de la fig 10 y se lleva al ábaco)

Por medio del ábaco anterior se ha determinado las magnitudes lineales de los tres segmentos fundamentales que definen el reloj.

Llevando el segmento q (tomado de esta misma figura 10) sobre las "líneas de las horas" del ábaco, se obtienen de un modo inmediato los puntos de corte de las diversas líneas horarias con el paralelogramo que forma el recuadro.

(En la figura anterior estos puntos se han determinado de hora en hora, aunque el ábaco está trazado para divisiones de media hora)

Utilizando la construcción geométrica antes indicada se ha dibujado el reloj declinante que se expone en la figura siguiente (12), para una latitud de 43° y una declinación de 38° .

Como es sabido el ángulo que forma la línea de las VI horas con la horizontal tiene el mismo sentido que el de la declinación gnomónica del muro, lo que permite tomar n en sentido vertical ascendente o descendente, según el muro decline al SE. o al SW.

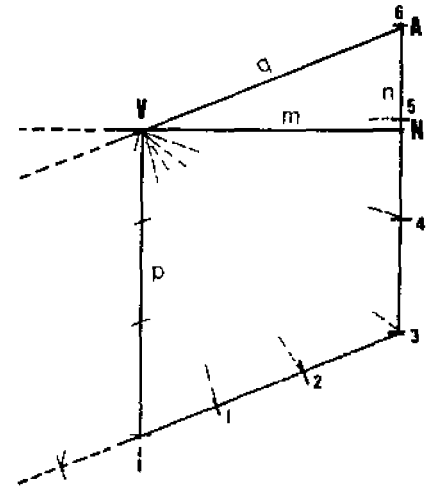


Figura 10. Puntos de corte

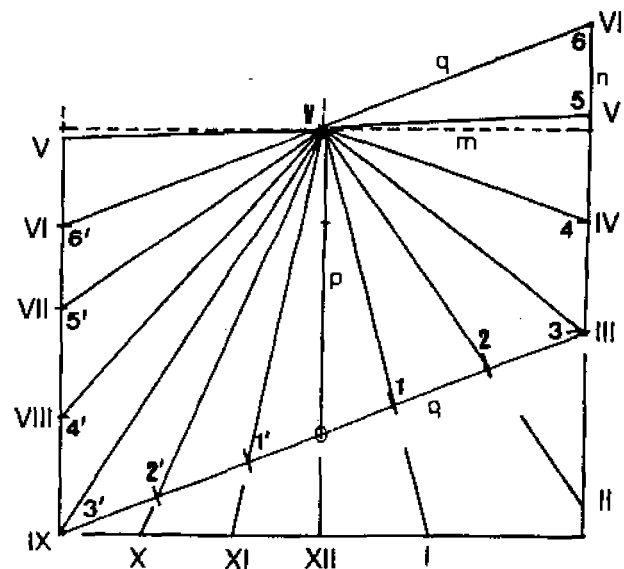
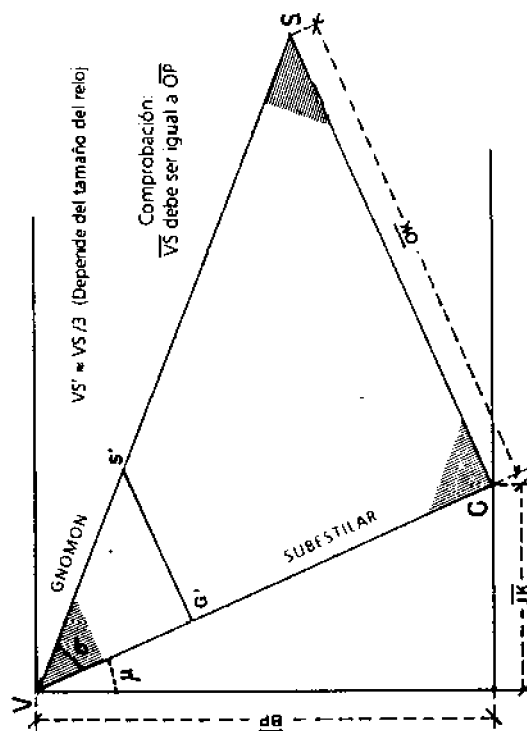
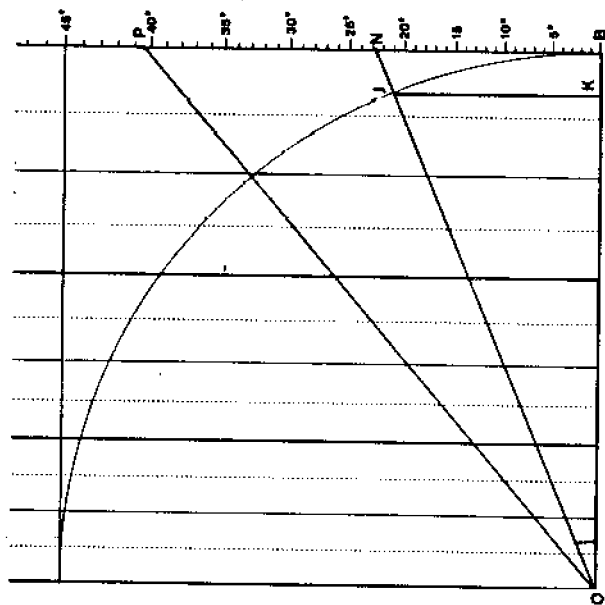
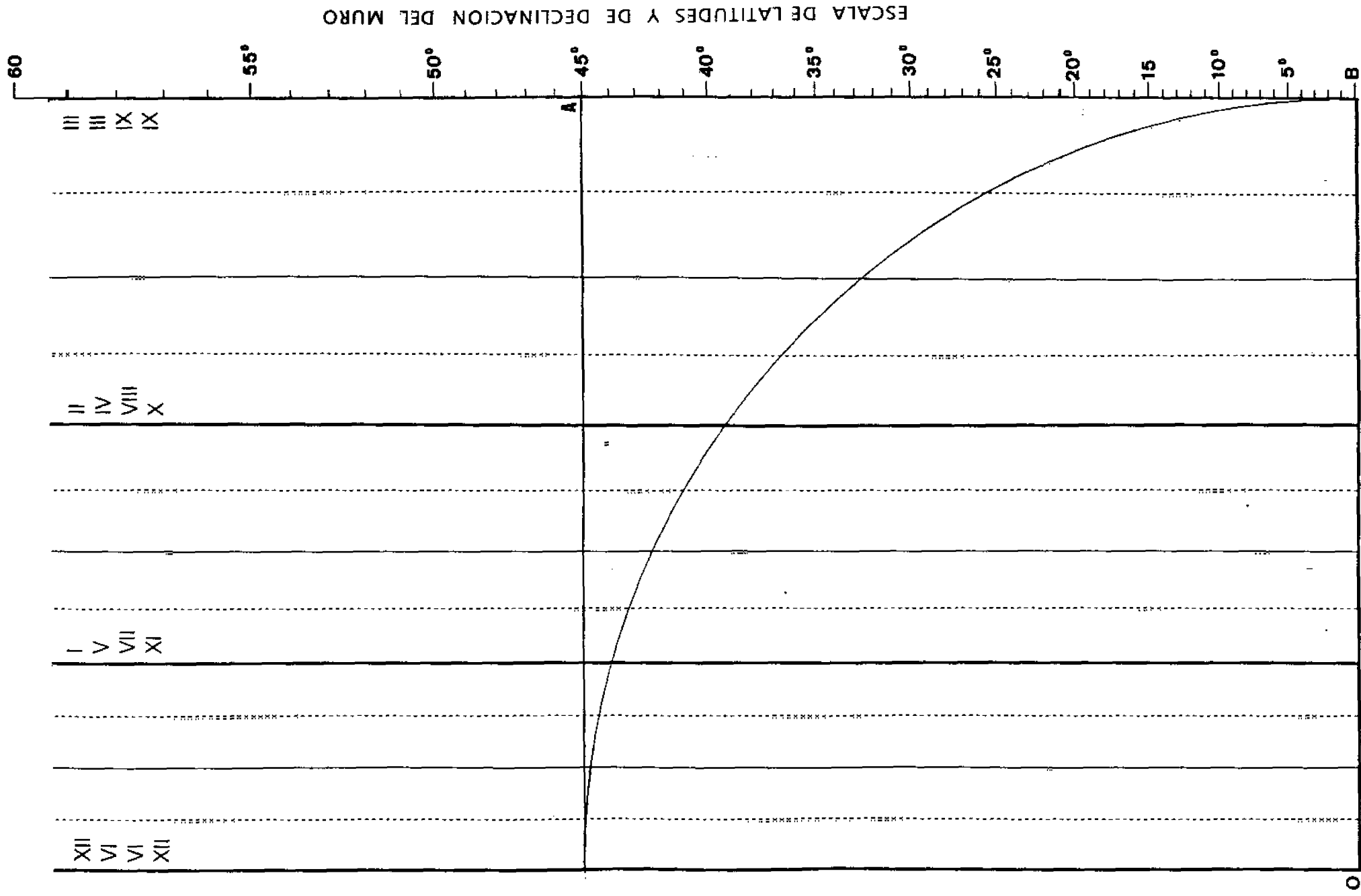


Figura 11. Trazado del Reloj declinante utilizando el ábaco de Clavius

✂ Rogamos a nuestros lectores que disculpen y corrijan estos errores. ✂



ABACO DE CLAVIUS PARA EL TRAZADO DE RELOJES DECLINANTES



FABRICA
ET VSVS
 INSTRUMENTI
 AD HOROLOGIORVM
 DESCRIPTIONEM
 PROPORTVNI.

ACCESSIT RATIO DESCRIBENDARVM
 horarum a meridie & media nocte exactissima,
 & nunquam antea hac in lucem edita.

AVCTORE
 CHRISTOPHORO CLAVIO
 BAMBERGENSI SOCIETATIS IESV.



ROMAE. Apud Bartholomaeum Griseum. 1586.
 PERMISSV SVPERIORVM.