



## Obxectivos

Os alumnos aprenderán a:

- Construír e manexar un reloxo de sol portátil.
- Ofrécese información necesaria para que o alumno calcule a hora coas correccións correspondentes á ecuación do tempo.



## Materias

- Tecnoloxía
- Física
- Xeometría



## Destrezas

- Facer modelos
- Observación
- Capacidade de realizar medidas



## Información

Este cuadrante para hora solar verdadeira baséase no reloxo de sol portátil inventado en 1630 polo xesuíta P. François de Saint-Rigaud, e debuxouse para a latitude de 40°25' Norte (que corresponde a Madrid), como paralelo aproximadamente medio da península.

**Problemas cos cambios de horas:**

Haberá que converter a hora solar verdadeira, que se le neste reloxo, en hora legal, que é a que marcan os reloxos. Repasaremos algúns conceptos de horas para mellor comprender a transformación.

A hora que nos indica o sol no seu percorrido normal é a que chamamos "hora solar verdadeira"; así, dicimos que son as 0 horas (as 12 hora civil) cando o sol está máis alto. O período que transcorre ata o paso do sol polo mesmo lugar é un día, ao que dividiremos en 24 partes que chamamos horas.

Isto é unha hora local. Se nos rexésemos pola hora "local" podería darse o caso de que o viaxeiro que saía nun avión desde Barcelona aterrase na Coruña practicamente á mesma hora de saída de Barcelona, dado que hai máis de 42 minutos de diferenza entre os horarios locais de ambas as dúas cidades. Antigamente podía usarse a hora local, pero coa aparición do ferrocarril e o telégrafo houbo que unificar para todo o territorio nacional a mesma hora; caso práctico é o dos horarios das estacións do ferrocarril para unificar chegadas e saídas.

Nun principio escolleuse para paliar este problema a hora local da capital como hora oficial; máis tarde (en España desde o 1 de xaneiro de 1901) utilizouse o sistema universal dos fusos horarios, no que se considera ao globo terráqueo dividido en 24 fusos esféricos por meridianos equidistantes entre si 15° de paralelo, que corresponden a unha hora das 24 do día solar. Estes fusos están numerados do 0 ao 23 para oriente e o fuso 0 está bisecado polo meridiano de Greenwich. O centro de cada un dos fusos terá, xa que logo, unha hora local, que soamente diferirá da de Greenwich nun número exacto de horas. Cada país adopta a hora de tempo medio civil local correspondente ao centro do fuso ou fusos que abrangue como hora oficial ou legal.

España, situada no fuso 0, terá por hora "legal" o tempo medio civil local de Greenwich, chamado tempo universal (TU). As 0 horas de "tempo universal" corresponden coa media noite de Greenwich, en cuxo momento o sol medio pasa polo meridiano cuxa lonxitude xeográfica (con orixe en Greenwich) será igual a 180°.

Os puntos situados ao oeste do meridiano de Greenwich teñen a hora media civil local desfasada respecto á deste nun tempo igual á diferenza de lonxitudes xeográficas, expresada en tempo. É dicir, que se o noso reloxo marca as 12 (sen horas de adianto) quere dicir que o son nese intre en Greenwich e faltarán 14'45" (diferenza de lonxitude entre Madrid e Greenwich) para que o sol estea na mesma posición en Madrid; é dicir, que imos adiantados respecto a Greenwich. Así, cando o sol pase polo meridiano de Madrid (hora media civil local), fará 14' 15' que pasou por Greenwich; entón, para sabermos nese momento a hora media civil local (TU) en Greenwich, teremos que sumar á hora real do lugar de observación, no noso caso Madrid, a diferenza de lonxitudes. En resumo: Coñecendo a lonxitude respecto a Greenwich, teremos que sumarlle ou restarlle á hora local, obtida co reloxo de sol, segundo o lugar de observación sexa lonxitude oeste ou este.

No modelo recortable pódese interpolar, segundo o lugar, a lonxitude (en tempo)

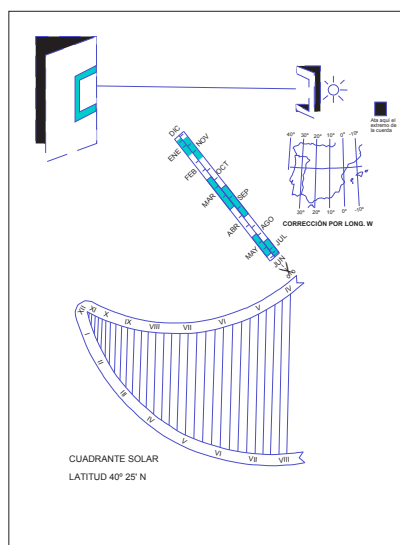
Queda aínda unha modificación. En España, como noutros países, por necesidades varias como o aproveitamento da luz solar, adíantase a hora de Greenwich nunha hora no inverno e en dúas no verán. Resulta así a hora "oficial ou legal" de España. Esta medida adoptárona tamén outras nacións.

Como paso final teremos que sumarlle 1 ou 2 horas ás obtidas ata agora, dependendo da época do ano en que esteamos, para que a hora que obtivemos co noso reloxo de sol portátil coincida coa dos reloxos que regulan a nosa vida ordinaria.

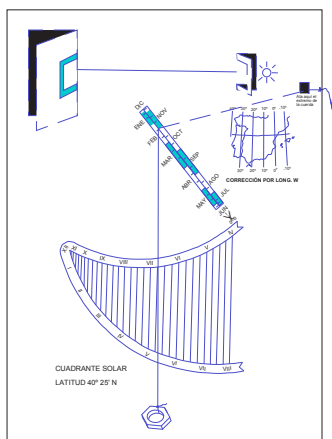
## → Materiais

- Cartulina
- Papel A4
- Un anaco de fío ou corda
- Algo pesado que poida facer de chumbada (P. ex, unha porca)
- Tesoiras
- Cola branca

## → Actividade



- 1 Pegamos en primeiro lugar a folia do cuadrante propiamente dito sobre un cartón. Recortaremos despois polas liñas marcadas.
- 2 Recortaremos a mira e dobrarémola de forma que quede perpendicular á cartolina.
- 3 O rectángulo á esquerda da mira ao sol ten debuxada a sombra da mira. Recortamos pola liña de puntos e dobramos de forma que quede perpendicular á cartolina. O rectángulo que hai debuxado no interior é o debuxo da sombra da mira. Cando o colocamos ao sol, a sombra da mira deberá caer sobre este rectángulo para unha correcta orientación do reloxo (OLLO! NUNCA SE DEBE MIRAR AO SOL DIRECTAMENTE POLA MIRA!, Buscaremos a sombra da mira no rectángulo da esquerda).



- 4 Completarémolo cun cordel fino, duns 50 cm, dun de cuxos extremos colgaremos un peso calquera (unha arandela metálica, por exemplo) a modo de chumbada.
- 5 A uns 12 cm do extremo da chumbada o cordel debe ter un nó ou marca que funcionará como índice do cuadrante.
- 6 Pola liña central da escala de datas realizaremos unha fina ranura pola que pasaremos o cordel, e así quedará a chumbada e o índice do lado da cara principal; deixaremos uns 25 cm desde o nó ou sinal, e ataremos o cordel á beira do cartón.

## → Instrucións de manexo para ler a hora.

- 1 Levamos o índice do cordel ao punto XII
- 2 Tensamos o cordel de modo que pase polo día da data
- 3 Manteremos o aparello nun plano vertical
- 4 Orientaremos o instrumento cara ao sol de modo que a sombra da mira caia sobre o debuxo da sombra no rectángulo da esquerda.
- 5 O índice do cordel marca sobre o cuadrante solar a hora verdadeira.
- 6 Para pasar á hora legal efectuaremos as correccións que se indican a continuación:

$$HL = HSV + LONG W + AHC$$

Ou se se desexa incluír as correccións da ecuación do tempo:

$$HL = HSV + LONG W + AHC + ET$$

As correccións que cómpre aplicar para relacionar a hora que lemos coa legal son:

LONX W: Lonxitude oeste (que pode estimarse no mapa, xa en minutos-tempo) para pasar á hora civil do fuso horario.

AHC: Incremento sobre a hora civil, que depende das disposicións legais do momento (acostuma ser un número enteiro de horas).

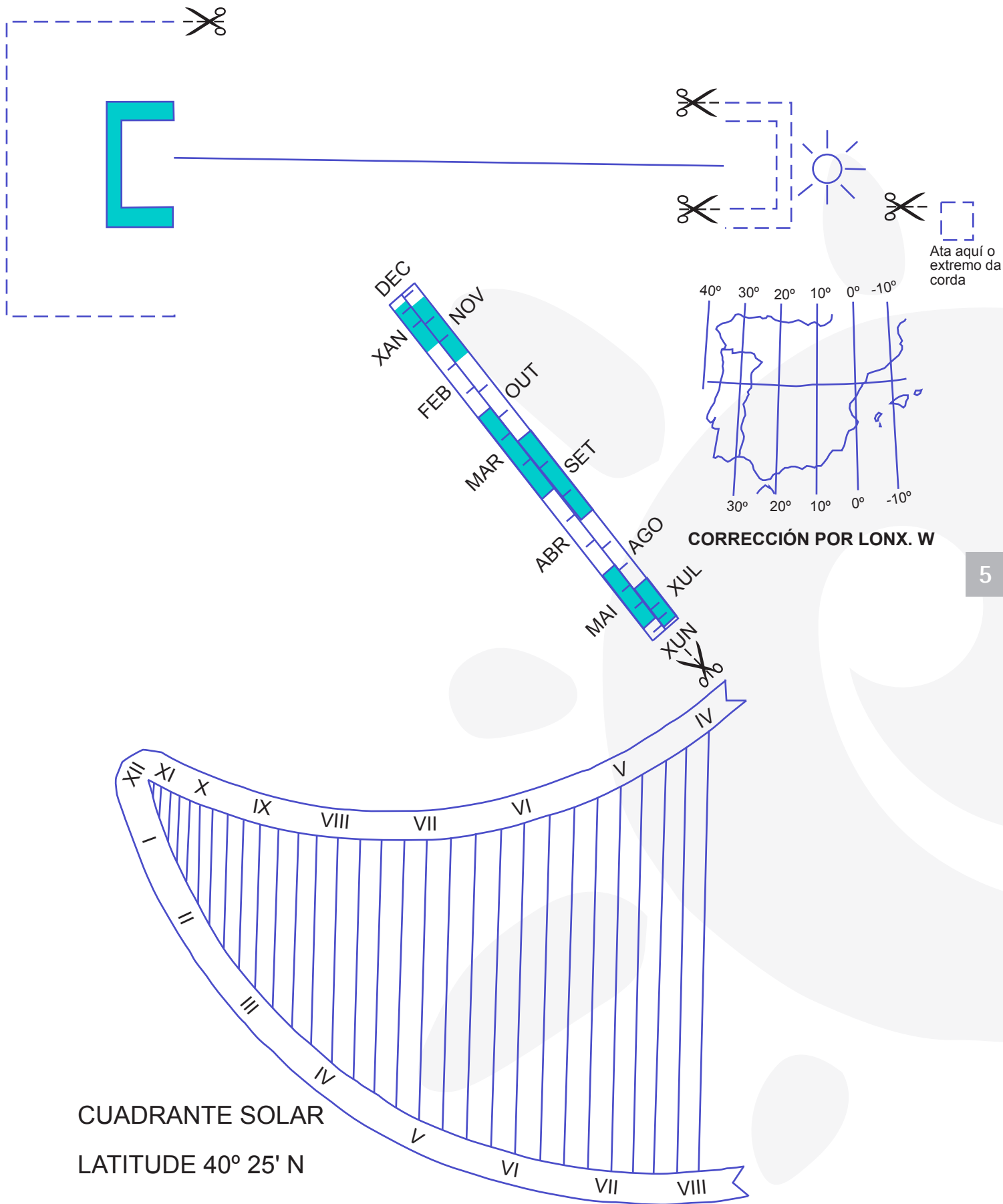
ET: Ecuación do tempo (estimada na gráfica, segundo a data) para ter a hora solar media local.

## → Consideracións

Como podemos comprobar practicamente, daranos maior erro o reloxo canto máis próximo ás XII estea a hora de observación. Coincide coa realidade, xa que o sol neses momentos pasa de ascender a descender na súa culminación máxima e a altura varía moi pouco, correspondendo pouco incremento de altura para un longo período de tempo. Porén, no resto do cuadrante podemos apreciar por lectura directa os quince minutos e a estimada os cinco minutos. Realizando todo o proceso con coidado, non

nos será difícil obter unha precisión co reloxo de cinco minutos de marxe, podemos realizar a lectura dúas ou tres veces.

Para outras latitudes precisaremos debuxar novos reloxo, sen máis que variar a latitude, aínda que este que aquí debuxamos se pode utilizar para latitudes próximas á expresada, sen moito erro.





## Para saber máis

A hora que nos indica o sol no seu percorrido normal é a que chamamos "hora solar verdadeira"; así, dicimos que son as 0 horas (as 12 hora civil) cando o sol está mais alto. O período que transcorre ata o paso do sol polo mesmo lugar é un día, que dividiremos en 24 partes que chamamos horas

Pero ocorre que o tempo transcorrido entre dous pasos do sol verdadeiro polo mesmo meridiano non é exactamente o mesmo: así, un día solar no mes de febreiro é de distinta duración ca no mes de abril. Isto débese a que é variable a velocidade coa que a terra se despraza ao longo da súa órbita (uns días xira máis rapidamente ca outros) segundo a segunda Lei de Kepler. Outra das causas é a oblicuidade do eixe terrestre respecto ao plano da órbita que describe a terra. Se quixésemos medir este tempo, que é variable nos seus períodos, sería moi difícil. Para solucionar este problema "inventouse" o "tempo solar medio"; así, unha hora solar media será o medio das horas solares verdadeiras ao longo do ano, que entón poderemos medir cun reloxo mecánico que funcione con movemento uniforme. Observaremos que unhas veces, durante o ano, cando a terra se despraza máis rapidamente sobre a súa órbita, o "sol medio" vai adiantado respecto ao verdadeiro, mentres que outras veces atrasa, sempre cara a un mesmo momento físico.

A suma destas dúas diferenza danos a chamada "ecuación do tempo".

$$ET = TM - TV - 12h$$

Haberá que ter en conta os signos e tamén que no Anuario Astronómico o paso do sol polo meridiano de Madrid vén en tempo universal (no tempo de Greenwich). O "tempo civil" é o "medio local" que utilizamos ata agora, pero aumentando 12 horas. Entón, se o "tempo verdadeiro" o contamos desde 0 ao pasar o sol polo meridiano, ao restar o "tempo medio civil" haberá que restar 12 horas que, ao sobrar, teremos que restar. No noso reloxo de sol non hai que facer tal cálculo, pois xa puxemos a hora solar verdadeira no seu paso polo meridiano nas 12 horas.

En resumo, sumando co seu signo á hora solar verdadeira (mais 12 horas) a ecuación do tempo obteremos a hora solar local media civil. Esta hora si que a podemos medir cun reloxo mecánico.

Resumindo todo o exposto, realizaremos un exemplo práctico do manexo e cálculos do noso reloxo de sol portátil.

Supoñamos que a observación a efectuamos o día 1 de abril e que despois de axustar o aparello segundo as instrucións, o nó que nos serve de índice márcanos as 3h30m da tarde (procurando que non roce o cordel co cartón). Faremos os cálculos seguintes:

Hora solar verdadeira medida co reloxo (HSV) 3 H30M00s

A ecuación do tempo para o 1 de abril de signo positivo no gráfico (ET) +4m30s

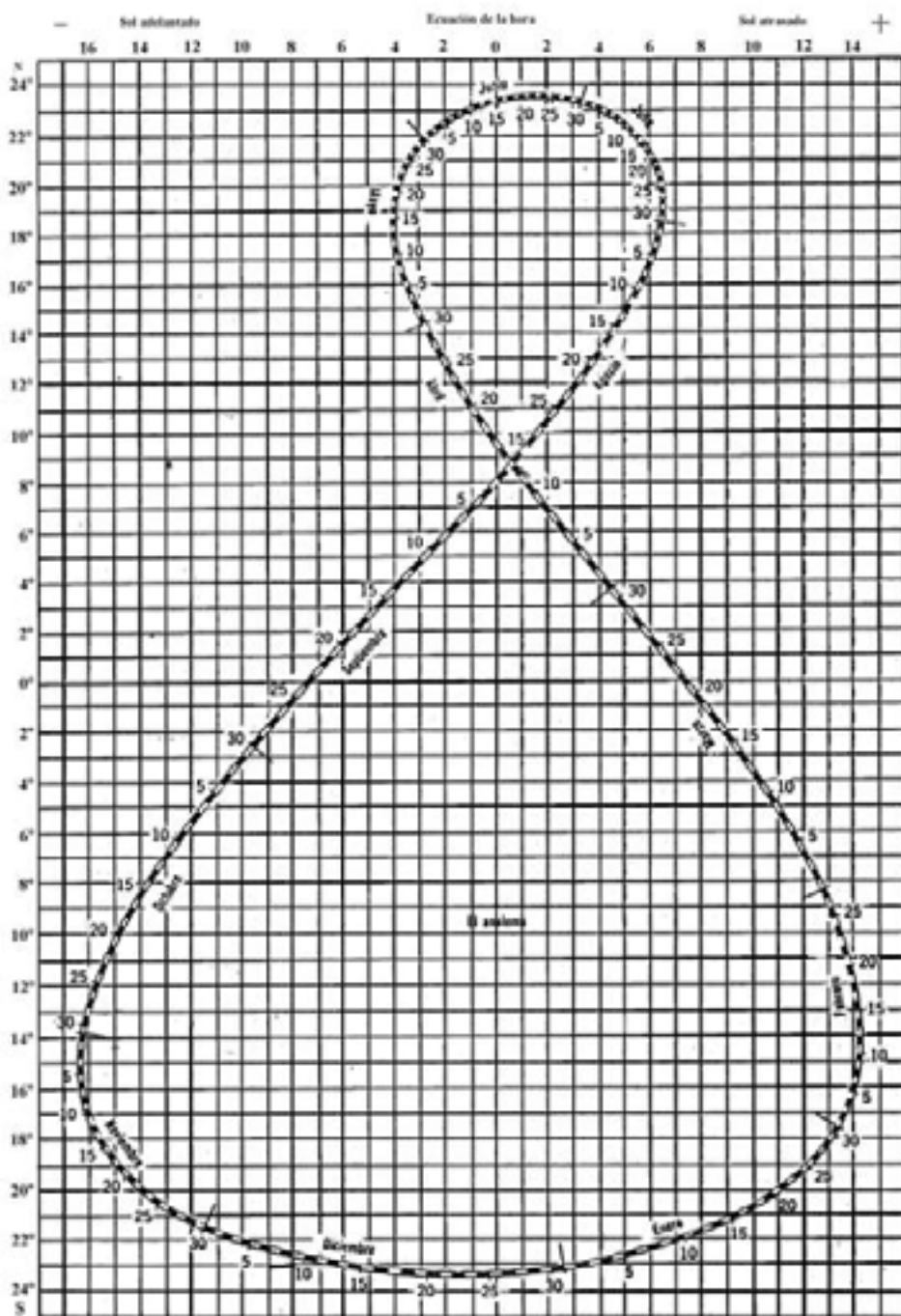
HORA MEDIA CIVIL LOCAL 3h34m30s

Corrección por lonxitude W (LW) en Madrid +14m45s

HORA MEDIA LOCAL DE GREENWICH 3h48h75h

Hora de adianto en España (HC de inverno) 1h00m0s

HORA OFICIAL OU LEGAL NA PENÍNSULA, hora de reloxo (HL) 4h48m75s = 4h49m15s



## → Analema

Buscamos a data do día en que estamos a realizar a medida, e lemos na parte superior os minutos que hai que sumar ou restar á ecuación do tempo (á dereita sumar e á esquerda restar). No eixe da esquerda poderemos saber a inclinación do eixe da Terra nese momento.