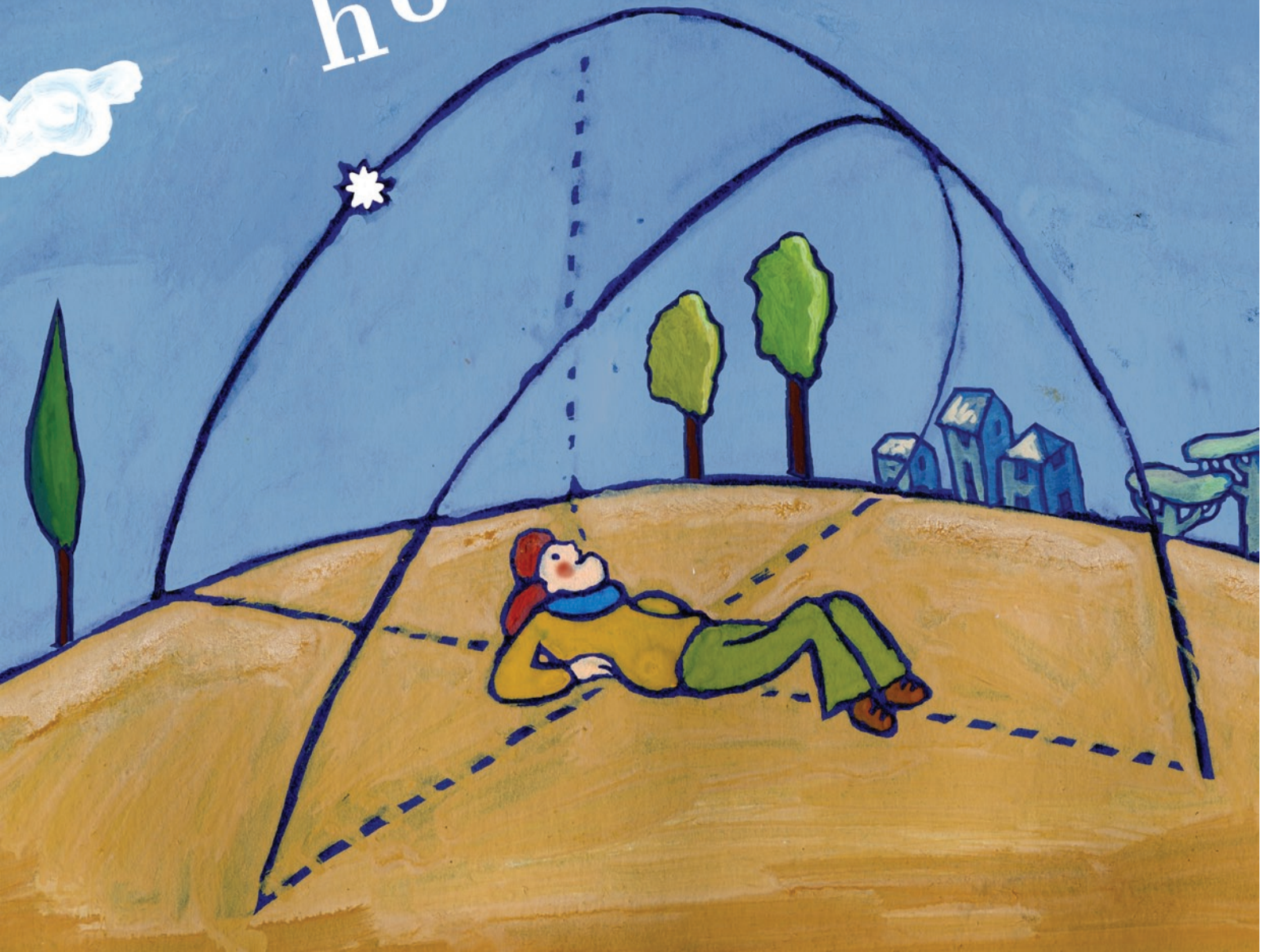


encima do horizonte





Fundación Barrié



Primeira edición: Xullo 2012
© EU-UNAWA, 2012

© Jaime Fabregat, Rosa M. Ros,
2012 polo texto

© Maria Vidal, 2012 polas
ilustracións

Edición: Jaime Fabregat e
Rosa M. Ros

Revisión dos textos: Eloi Arisa e
Carme Alemany

Tradución: Enrique Sánchez

Deseño gráfico: Maria Vidal

O libro "Encima do Horizonte"
foi financiado con fondos do
Seventh Framework Programme
([FP7/2007-2013]) da Comunidade
Europea baixo o acordo nº 263325

Depósito Legal: B-34018-2012
Impreso na UE
ISBN: 978-84-15771-13-5

encima do horizonte

Jaime Fabregat

Rosa M^a Ros

EU-UNAWA, 2012



A axencia Consello Superior de Investigacións Científicas (CSIC) é a maior institución pública de España dedicada á investigación científica e ao desenvolvemento tecnolóxico. Ten como obxectivo o fomento, desenvolvemento e difusión da investigación científica e tecnolóxica para contribuír ao avance do coñecemento e ao desenvolvemento económico, social e cultural. O CSIC é unha institución comprometida coa educación científica e presta o seu apoio aos traballos dos programas UNAWE e EU-UNAWE pensados especialmente para os nenos.

www.csic.es



EU-UNAWE é un proxecto didáctico da Unión Europea baseado no programa UNAWE. Ambos os proxectos utilizan a beleza e a grandeza do Universo para alentar os nenos pequenos, en particular os dos medios desfavorecidos, que teñen interese na ciencia e na tecnoloxía, e fomentar o seu sentido de cidadanía global desde a máis temperá idade. Aínda que UNAWE foi fundada hai só seis anos, xa está activa en 40 países e conta cunha rede global de máis de 500 astrónomos, profesores e educadores.

EU-UNAWE está dirixido a implementar actividades de sensibilización do Universo en seis países en tres anos: Alemaña, España, Italia, Países Baixos, Reino Unido e Suráfrica. O proxecto inclúe a organización de cursos de formación docente e desenvolvemento de material práctico para nenos. A longo prazo, EU-UNAWE pretende axudar a producir a próxima xeración de científicos europeos e facer que os nenos das zonas desfavorecidas se dean conta de que son parte dunha comunidade moito máis grande, Europa.

es.unawe.org

Introdución

Todos nós viaxamos sobre unha nave: o planeta Terra. É sinxelo visualizar as consecuencias do movemento de rotación do noso planeta. Vemos os astros moverse sobre o noso horizonte se simplemente nos paramos a mirar..., pero xa non é tan sinxelo detectar os resultados do noso movemento de translación. Para poder observar ao longo do ano con máis precisión e poder comprender mellor o movemento aparente do Sol e as estrelas, presentamos un modelo que nos permite relacionar e entender mellor o que vemos.

Con este traballo pódense visualizar elementos tan abstractos como o meridiano local, o ecuador e os trópicos de Cáncer e Capricornio. Realmente o estudante pódese situar no interior do modelo para comprender o funcionamento dun reloxo de Sol ecuatorial e mesmo se pode usar o modelo como un sinxelo calendario que indica a estación do ano segundo sexa a posición do Sol respecto do ecuador... e todo iso usando como motor deste dispositivo o propio movemento aparente do Sol.



Figura 1: Observando e razoando coa axuda do modelo.

O primeiro modelo

En astronomía adóitanse usar representacións da esfera celeste vista desde fóra. Con todo, ao facemos observacións directas, estamos situados dentro dela (figuras 2 e 3). Esta situación desorienta e crea problemas ao observar. Para evitar confusións, realizaremos un modelo do horizonte local que permite assimilar os conceptos astronómicos vistos tanto desde dentro como desde fóra.

Este modelo do horizonte constrúese para cada lugar. Cunha cámara instalada sobre un trípode tomaremos unha serie de fotografías do horizonte coidando que cada encadre se superpoña co anterior para poder pegar as fotografías unhas xunto a outras (sinalaremos a posición do trípode marcándoa sobre o chan con pintura, para poder dispoñelo de novo de forma exactamente igual).

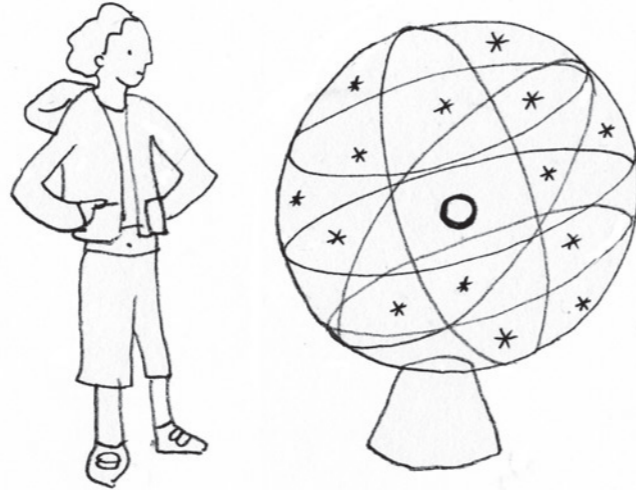


Figura 2: A esfera celeste desde o exterior.

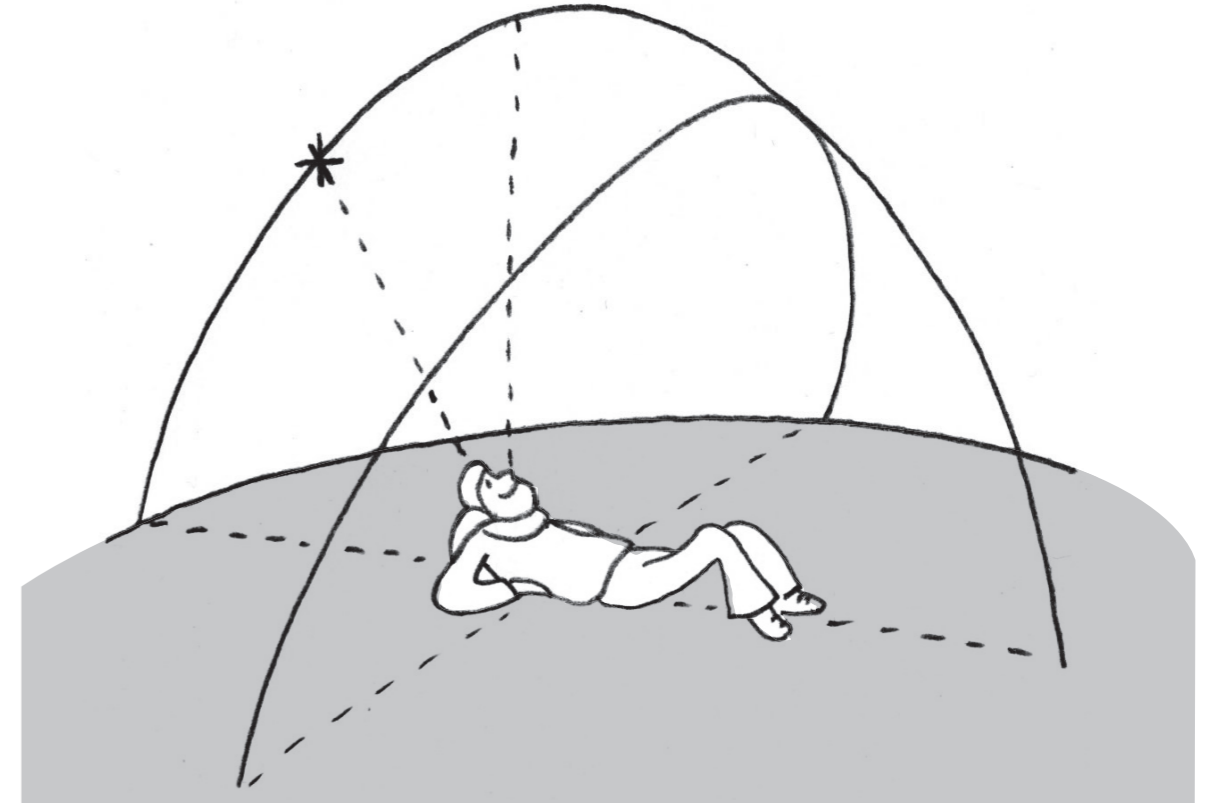


Figura 3: A esfera celeste desde o interior.

Fotografías do teu horizonte

Realizaremos o modelo do lugar desde onde observaremos. Unha vez impresas as fotografías, fixaremos unha a continuación da outra, até formar un cilindro que se corresponda co horizonte real. Situaremos o cilindro de fotografías sobre un cadrado de madeira (figuras 4 e 5) de forma que o horizonte do modelo se corresponda co horizonte real. A continuación iremos introducindo todos os elementos que se definen sobre a esfera celeste: eixo de rotación, meridiano local, ecuador, etc.



Figura 4: Preparando as fotografías do horizonte para realizar o modelo.

Eixo de rotación terrestre ou eixo do Mundo

Comezaremos por situar o eixo de rotación terrestre. Para iso usaremos como referencia a posición da estrela polar; a inclinación do eixo coincide coa altura da polar sobre o horizonte. Para coñecer este ángulo podemos construír un sinxelo cuadrante e comprobar que coincide coa latitude do lugar.

A prolongación do arame, que simboliza o eixo de rotación terrestre, serve para axudar a visualizar o eixo real e localizar o polo norte celeste, e é útil tamén para imaxinar a posición do punto cardinal Norte, como proxección da polar sobre o plano do horizonte. Sen dúbida, usando un compás (agulla de marear) pódese comprobar que a posición que corresponde ao momento cardinal norte no horizonte coincide coa súa dirección. Sobre a madeira soporte pódese debuxar a dirección Norte-Sur e visualizar no modelo e no horizonte real a zona de casas ou árbores que están situadas nesa zona (figura 5). A continuación pódese trazar a recta Norte-Sur sobre o chan do patio ou da terraza onde se traballa. É moi importante porque cada vez que se vaia usar o modelo haberá que orientalo e é moi útil dispor deste recta Norte-Sur debuxada no chan do patio para facilitar o traballo.

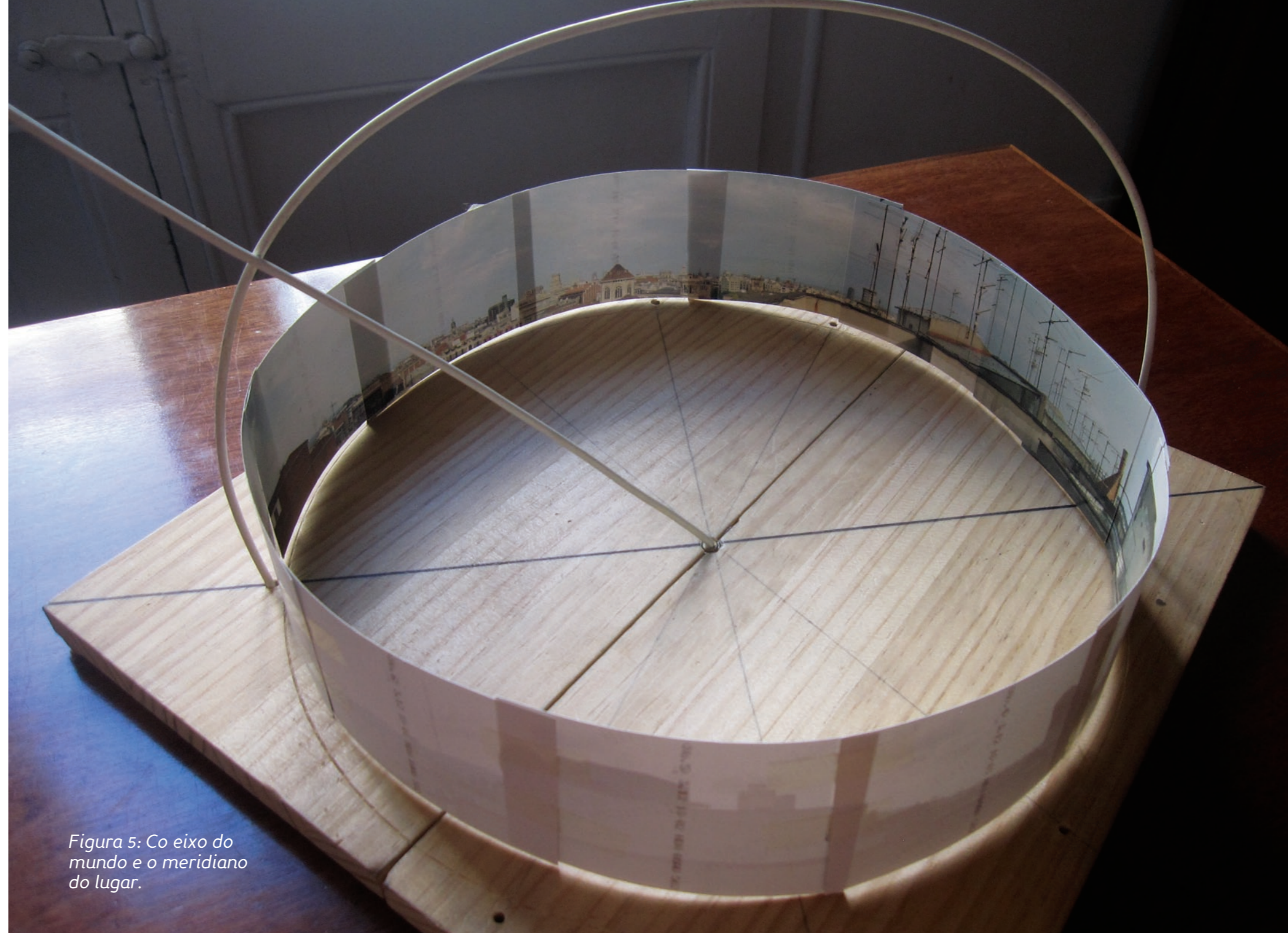


Figura 5: Co eixo do mundo e o meridiano do lugar.

Cuadrante simplificado

Podemos construír un cuadrante para medir ángulos en vertical cun cartabón, un semicírculo graduado, un afixalapis metálico e un anaco de cordel a modo de chumbada.

É mellor usar un semicírculo dos que teñen un buracuño para situar a orixe dos ángulos, xa que cometeremos menos erros.

En primeiro lugar suxeitaremos o cordel ao semicírculo graduado pola orixe dos ángulos e ataremos ao outro extremo un peso, por exemplo un afixalapis metálico.

Fixaremos o semicírculo no extremo máis puntiagudo do cartabón con cinta adhesiva. É importante coidar que o semicírculo quede paralelo ao extremo do cartabón onde están debuxados os centímetros (figura 6).



Figura 6: Usando o cuadrante.

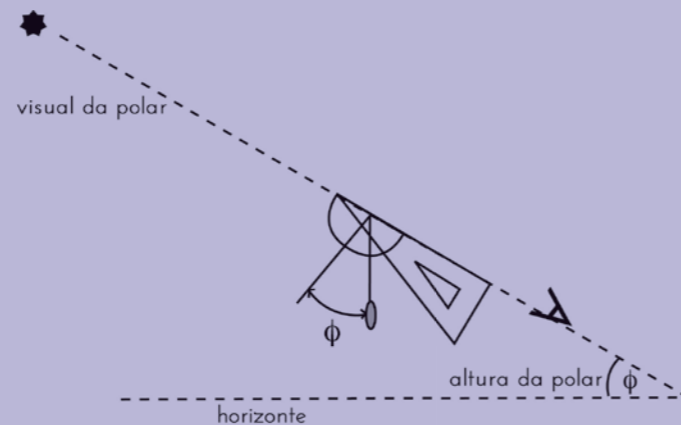


Figura 7: O ángulo ϕ que determina a chumbada cos 90° sobre o semicírculo é igual á altura da polar sobre o horizonte, xa que a chumbada é perpendicular ao horizonte e a visual da polar é perpendicular á liña dos 90° .

Se miramos a estrela polar polo extremo do ángulo recto do cartabón, seguindo a visual sobre o lado coa numeración de centímetros do cartabón, outra persoa poderá ler o ángulo que determina a chumbada coa liña dos 90° . Este ángulo dá a altura da polar sobre o plano do horizonte (figura 7).

Ademais o ángulo de altura da polar é o mesmo que a latitude do lugar (figura 8). A latitude é o ángulo desde o ecuador terrestre até o lugar onde está situado o observador; así pois queda determinado polo plano do ecuador e a chumbada polo cénit do observador e este ángulo segundo se ve na figura 8 coincide co ángulo determinado polo plano do horizonte (perpendicular á chumbada) e o eixo de rotación terrestre (perpendicular ao ecuador).

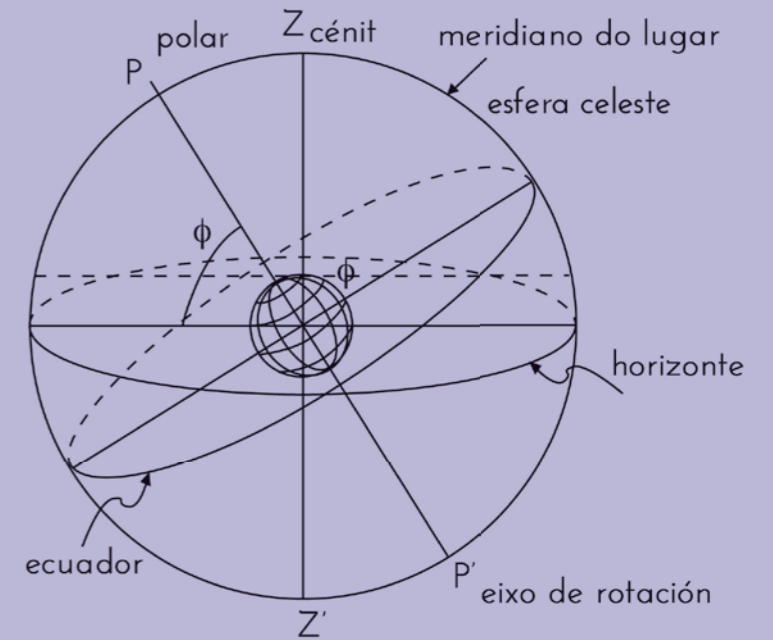


Figura 8: A latitude do lugar ϕ é o ángulo determinado polo ecuador e a chumbada polo cénit ou, o que é o mesmo, o ángulo que forma o eixo de rotación terrestre sobre o plano do horizonte. Este debuxo non está a escala, xa que a Terra se reduce a un punto se a comparamos co raio infinito da esfera celeste.

Meridiano do Lugar

O seguinte paso consiste en situar o meridiano do lugar. Fixaremos un arame que pase por encima da cabeza do observador (o cénit), os puntos cardinais Norte e Sur (figura 5). Este arame é a visualización do meridiano do lugar no modelo, pero permite imaxinar sobre o ceo a liña do meridiano local xa que empeza nos mesmos lugares que vemos no modelo. O meridiano local comeza no mesmo edificio que na fotografía, pero no horizonte real, e despois de pasar por encima da nosa cabeza, acabará no mesmo edificio que se visualiza grazas ao arame no horizonte de fotografías.

Tamén se pode tomar unha serie de fotografías do meridiano do lugar se as realizamos de noite nun lugar sen contaminación lumínica. Comezaremos por tomar unha da zona do polo, outra da zona por encima dela, seguindo o meridiano local, outra a continuación seguindo tamén o mesmo meridiano e así sucesivamente até conseguir a fotografía que xa está rasante ao horizonte (figura 9).

Cando se impriman todas as fotografías poderemos pegar unha con outra até conseguir unha cinta do meridiano con todas elas. É interesante ver que co mesmo tempo de exposición a traxectoria debuxada por unha estrela cambia de lonxitude. É mínima arredor do polo e é máxima no ecuador. Tamén cambia de forma. No ecuador a traxectoria debuxa unha liña recta. Na zona próxima á polar as liñas son curvas cóncavas e por baixo do ecuador son convexas. Se facemos suficientemente grandes as copias das fotografías, podemos situar a cinta por encima da nosa cabeza, o que permitirá visualizar e comprender mellor o movemento.

Figura 9: O meridiano local con fotografías.

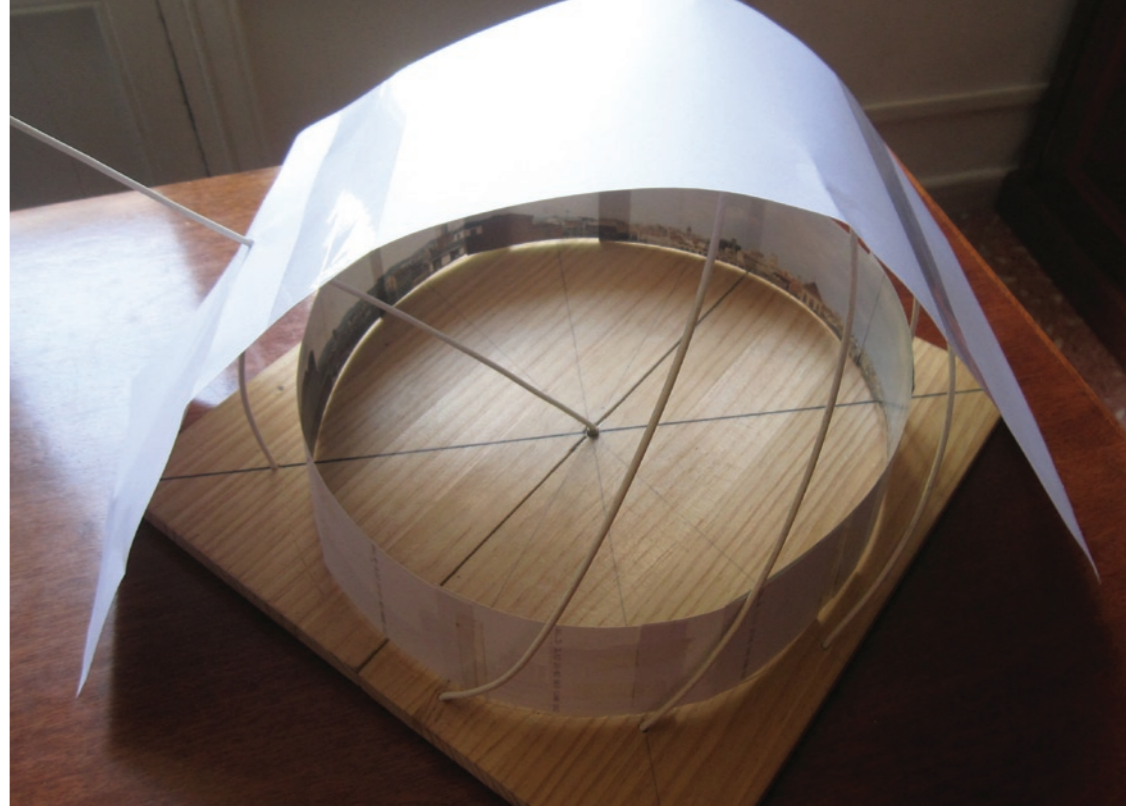
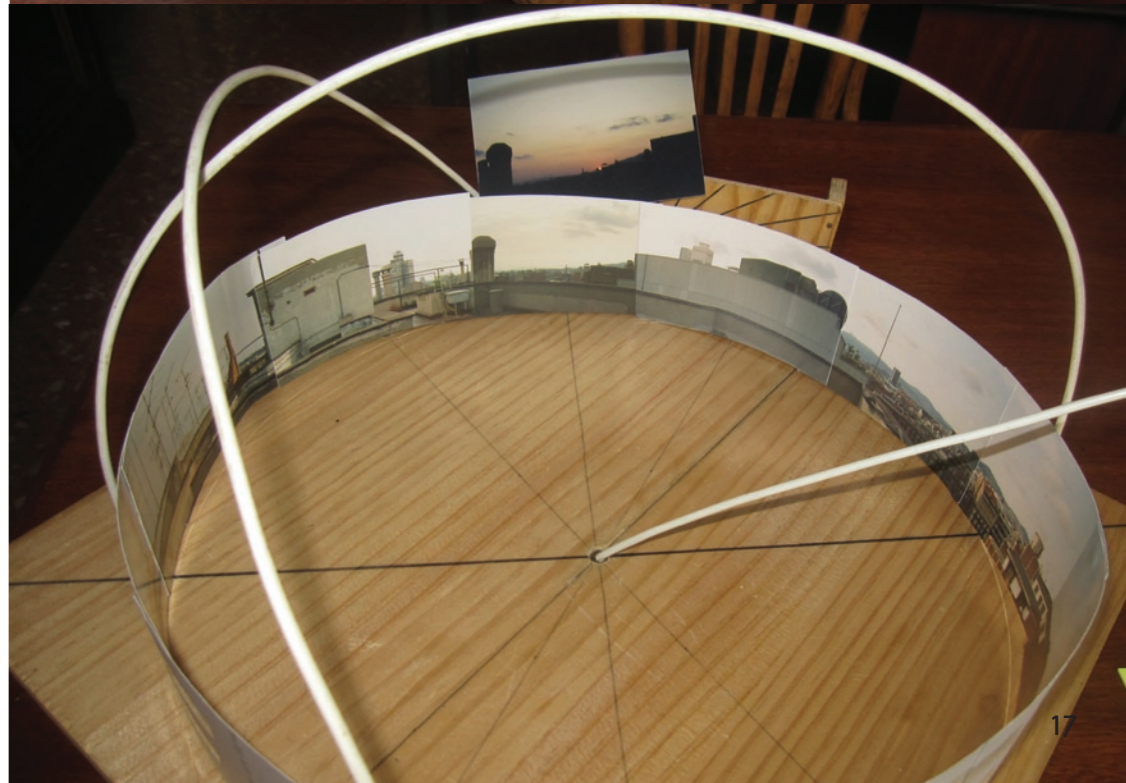


Figura 10: Punto de posta de Sol o día do equinoccio de primavera ou de outono.



Ecuador celeste

Coa cámara sobre o trípode, e situados no mesmo lugar onde tomamos as fotografías do horizonte (por este motivo se debuxaron no chan as marcas do trípode), tómake unha foto da saída e da posta de Sol o primeiro día de primavera ou de outono (figura 10). Neste caso, teremos dúas instantáneas da posición precisa dos puntos cardinais Leste e Oeste respectivamente no horizonte das fotografías e obviamente sobre o horizonte real. Os días dos equinoccios o Sol percorre exactamente o ecuador.

O ecuador simúlase por medio dun arame perpendicular ao eixo de rotación terrestre que empeza e acaba nos puntos cardinais Leste e Oeste (sobre o plano de madeira que simula o horizonte, nunha recta perpendicular ao Norte-Sur). Non é sinxelo fixar o círculo de arame perpendicular ao arame que simboliza o eixo de rotación. Para saber cal é a inclinación apropiada basta tomar un conxunto de catro ou cinco fotografías da saída do Sol (unha cada medio minuto ata que nos moleste mirar o Sol). Ao superpoñer estas fotos con Photoshop teremos a inclinación do Sol á saída e por tanto a inclinación que debe ter o arame que representa o ecuador (figura 11). Tamén se pode facer á posta do Sol en lugar de á saída.

Se se considera o Sol como unha estrela máis (o Sol está máis próximo e de día céganos, pero o seu comportamento non é diferente ao das outras estrelas) pode obterse a inclinación do ecuador sen máis que fotografar o movemento das estrelas cando estas saen ou se poñen polo horizonte. Para iso basta con tomar unha fotografía da zona do punto cardinal Leste ou do punto cardinal Oeste (figura 12). Para tomar as fotografías das trazas das estrelas é preciso saír ao campo un día sen Lúa e ir a un lugar suficientemente apartado sen contaminación lumínica. Algúns minutos de tempo de exposición son suficientes. É moi importante situar a cámara paralela ao horizonte (para realizar esta operación pódese utilizar un nivel de burbulla).

Usando as dúas fotografías da traxectoria do Sol á saída ou á posta, ou ben as fotografías nocturnas das trazas das estrelas nos puntos cardinais Leste e Oeste, é posible coñecer a inclinación das trazas das estrelas no ecuador, e por tanto é posible situar sen problemas o arame que simboliza o ecuador. Como xa sabemos os puntos onde fixalo e tamén a inclinación, xa se pode introducir o arame sobre a madeira e tamén suxeitalo co meridiano local para que non se mova facilmente (figuras 11 e 12).

Figura 11: Traza da saída do Sol.

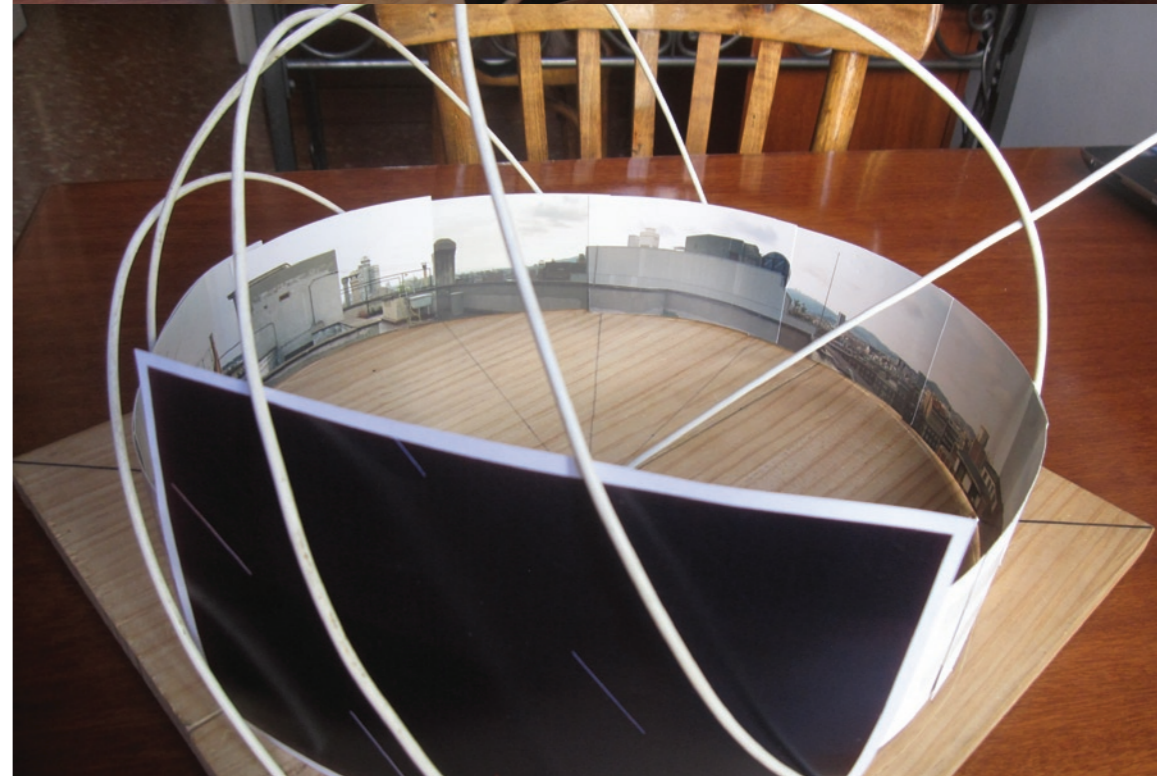
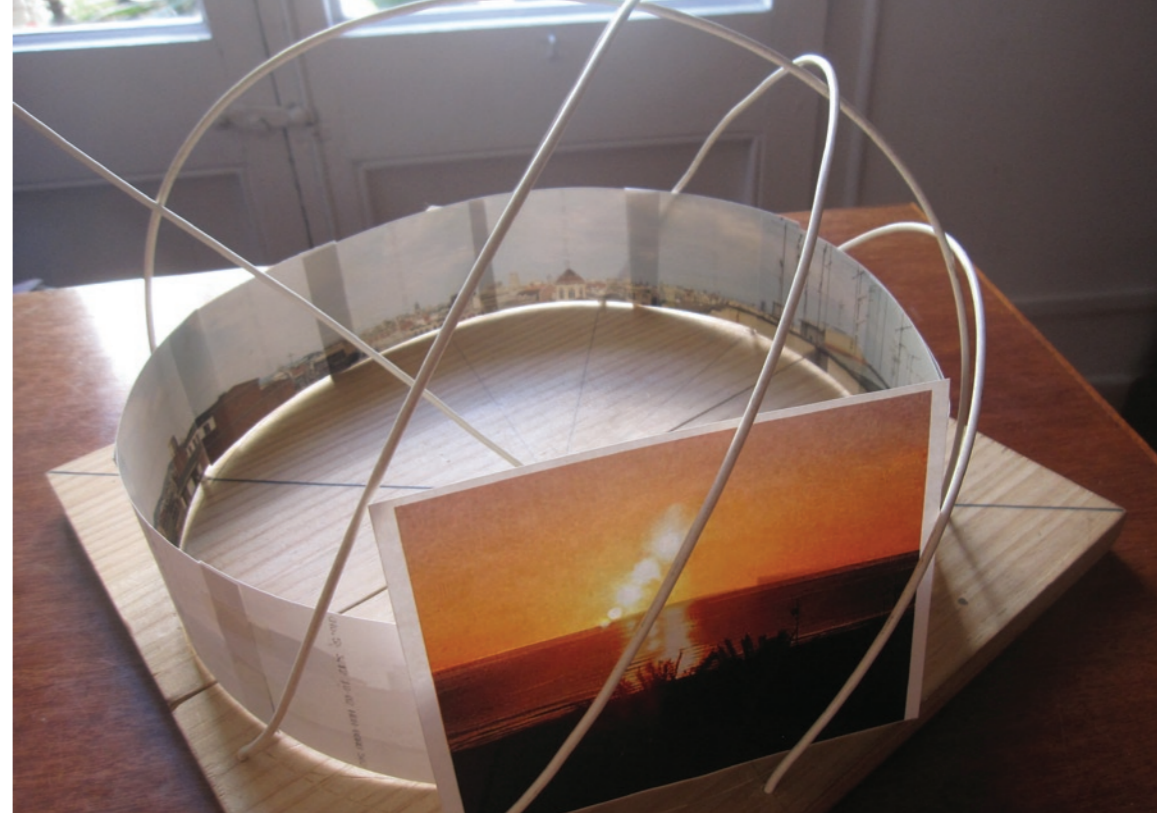


Figura 12: Trazas das estrelas na zona Leste.

Paralelos de Cáncer e Capricornio

Se se toman de novo fotografías da saída e posta do Sol o primeiro día do inverno e o primeiro día de verán, pódese ver que o Sol non sae e se pon polo Leste e o Oeste respectivamente. Fixaremos os arames paralelos ao ecuador pasando por eses puntos e teremos unha representación da zona por onde se move o Sol ao longo dun ano (os dous arames correspóndense cos paralelos de primeiro día de verán ou Cáncer e primeiro día de inverno ou Capricornio). Evidentemente os paralelos teñen a mesma inclinación que o ecuador, exactamente a colatitudo do lugar (figura 13).

Cun simple transportador é posible verificar que o ángulo interior entre o paralelo de Cáncer e o ecuador é aproximadamente 23.5° , e que este ángulo é tamén o formado entre o ecuador e o paralelo de Capricornio (figura 14).

As dimensións do modelo deben ser inversamente proporcionais á idade do usuario. Para unha escola de primaria as dimensións do modelo deben permitir que os nenos poidan entrar dentro del. Neste caso o modelo do horizonte mestúrase co horizonte real aínda de forma moito máis evidente.

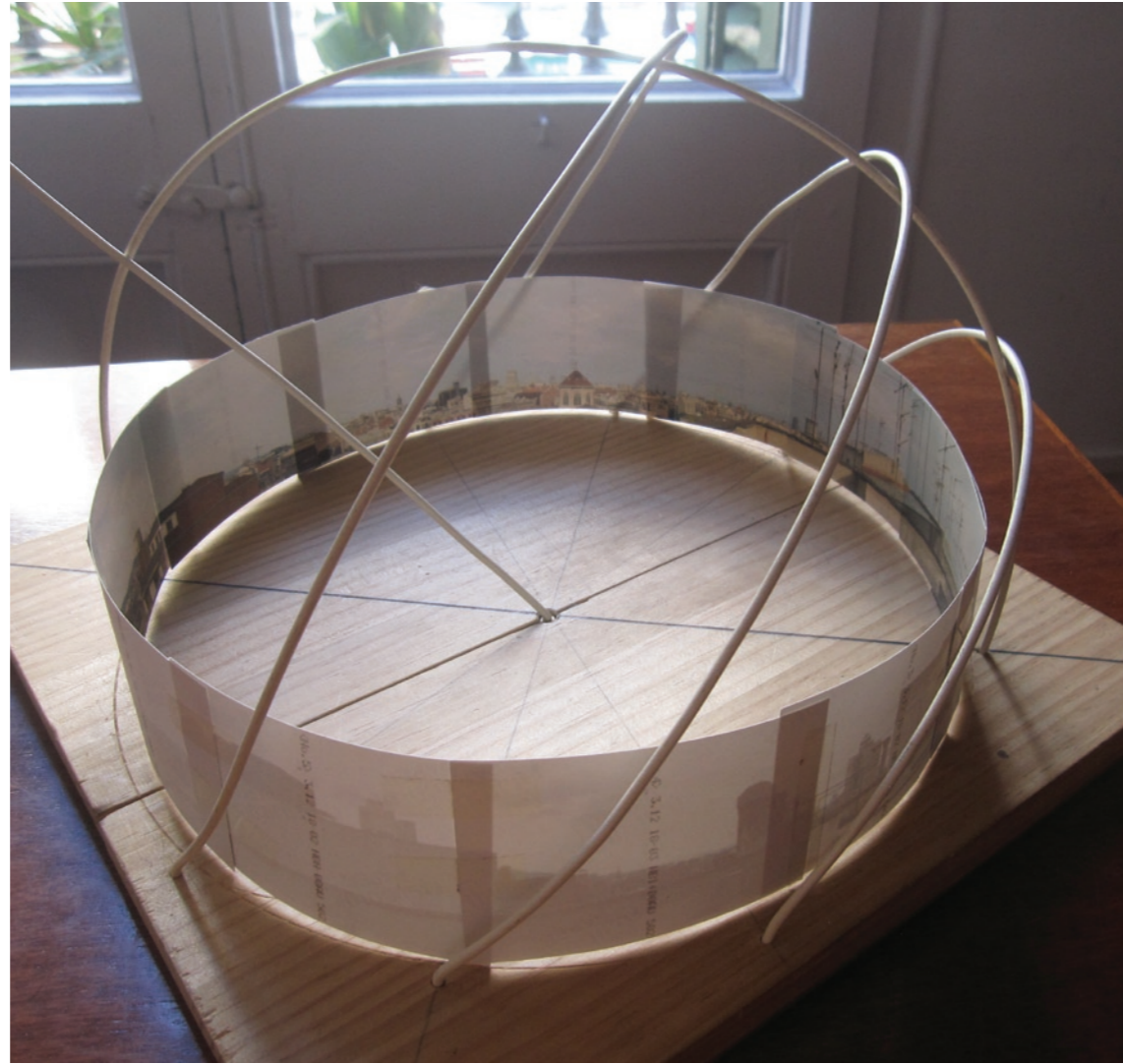


Figura 13: Traxectorias do Sol o primeiro día de cada estación.

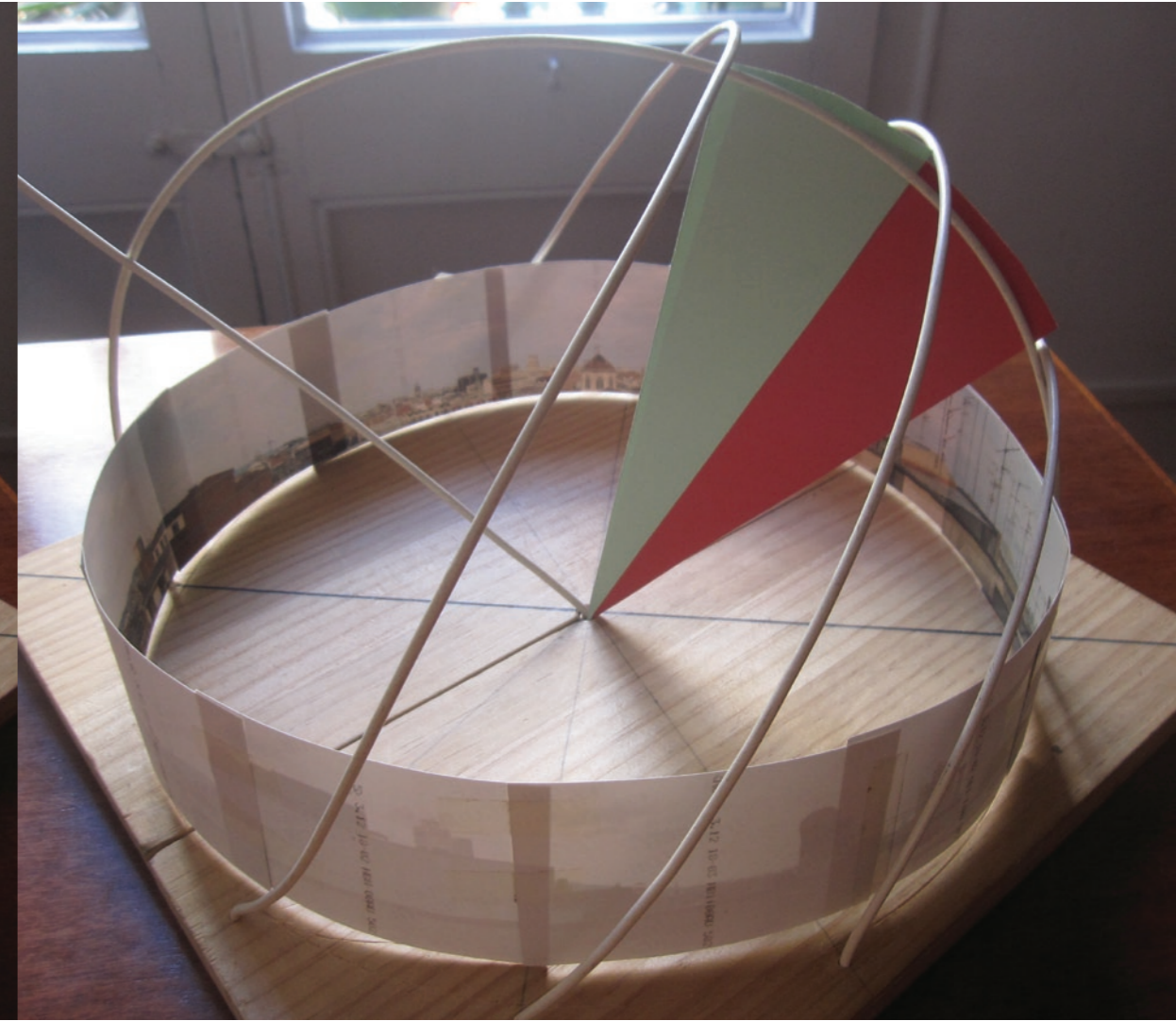


Figura 14: O ángulo entre dúas traxectorias do primeiro día de dúas estacións consecutivas é de 23.5°

Reloxo solar

O modelo realizado tamén ten outras aplicacións: non é máis que un reloxo de Sol, un reloxo de Sol ecuatorial. O Sol dá unha volta completa ao eixo de rotación terrestre en un día, isto é en 24 horas. Consideramos un reloxo que teña como plano o do ecuador e como estilete o eixo de rotación terrestre. O Sol dará unha volta de 360 graos en 24 horas; se dividimos $360/24$ obtemos 15, é dicir que percorrerá 15 graos nunha hora. As 12 horas estarán sobre o plano do reloxo e proxectaranse sobre o recta Norte-Sur (figura 15). A partir dela debuxaremos a 15 graos, cara a un lado e o outro, as liñas horarias da mañá e da tarde. Volvamos pois ao modelo. Se introducimos un plano perpendicular ao eixo de rotación na dirección do plano ecuatorial e movemos unha lanterna sobre o paralelo de Cáncer, pódese ver a sombra do estilete (o arame que representa o eixo de rotación terrestre) percorrendo o plano do cuadrante ecuatorial. Cando movemos a lanterna sobre o paralelo de Capricornio, a sombra aparece na zona de debaixo do plano. Resumindo, o reloxo ecuatorial funciona no verán e na primavera mostrando as horas sobre o plano do reloxo, no inverno e no outono debaixo deste, e dous días ao ano non funciona: os días dos equinoccios de primavera e outono que é cando o Sol percorre o ecuador.

Reloxo ecuatorial

Imos construír un reloxo ecuatorial cun cartafol DIN5 de cartolina, un lapis, unha folla de papel DIN 4 e un pouco de plastilina ou masilla adhesiva que nos permita poder suxeitar as diferentes pezas. Para debuxar sobre a folla de papel e tomar os diferentes ángulos usaremos unha regra e un semicírculo graduado.

Comezamos por “furar” o cartafol máis ou menos polo centro e pasamos o lapis a través do buraco e de forma que friccion e se mova con dificultade (non é bo que o buraco quede moi amplo porque se perde precisión). Sacamos o lapis do buraco. Dobraremos a folla de papel polo medio e pomos o cartafol no medio da folla dobrada. Introducimos de novo o lapis furando agora o papel. Sacamos o papel e desdoblámolo encima da mesa. Coa regra debuxaremos unha liña do centro dun buraco ao outro. Esta liña será a das 12 do reloxo. A partir dela e con centro no buraco debúxanse as demais liñas horarias de 15° en 15° (lembrede que o Sol dá a volta de 360° en 24 h, así que 15° corresponden a 1 hora). Situamos de novo o papel dobrado co cartafol dentro e o lapis a través do cartafol.

Para pólo en estación usaremos un compás que nos indicará a dirección da recta norte-sur. O lapis debe estar situado sobre a recta norte-sur (figura 15) co cartafol cara ao norte. Cun pouco de plastilina fixaremos o cartafol perpendicular ao lapis. O ángulo que forme o lapis co chan debe ser a altura da polar, é dicir a latitude do lugar. Para facelo, axudarémonos dun transportador.

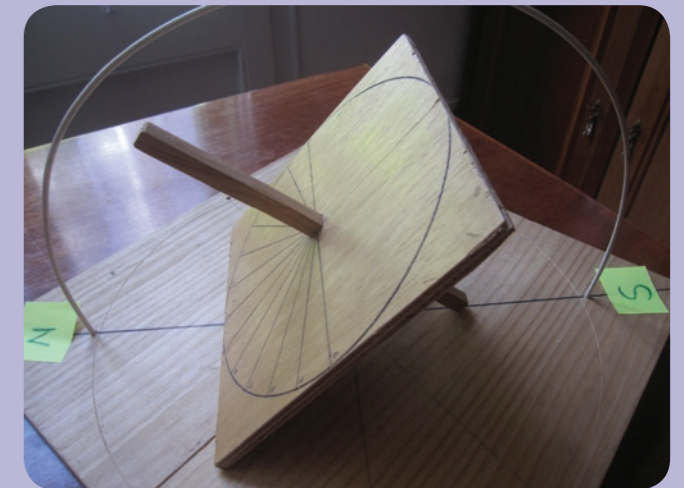


Figura 15: Reloxo ecuatorial en estación.

Como se le a hora nun reloxo solar

Os reloxos de Sol dan o tempo solar, que non é o mesmo que figura nos reloxos que todos usamos no noso pulso. Hai que considerar varios axustes.

1) No verán, os reloxos de pulso levan dúas horas de adianto á hora do Sol e no inverno levan 1 hora.

2) Para usar o reloxo debemos coñecer a lonxitude do lugar, xa que os reloxos de Sol dan a hora do lugar e os reloxos mecánicos dan a hora que corresponde ao paso do Sol polo meridiano de Greenwich, é dicir o meridiano que pasa por Castelló. Hai que expresar as lonxitudes en horas minutos e segundos ($1^\circ = 4$ minutos de tempo).

Por exemplo se o Sol pasa ao mediodía solar por Barcelona, que está a 8 minutos ao leste de Castelló, significa que lle faltan 8 minutos ao reloxo de pulso para que sexan as 12. Se en cambio o reloxo de Sol está situado en Granada, que está a 16 minutos ao oeste de Castelló, significa que pasarán 16 minutos das 12 no

reloxo de pulseira cando o reloxo solar marque o mediodía (figura 16).

3) A Terra xira arredor do Sol segundo a lei das áreas, é dicir non é un movemento constante, o que significa un serio problema para os reloxos mecánicos. Así pois defínese o tempo medio (dos

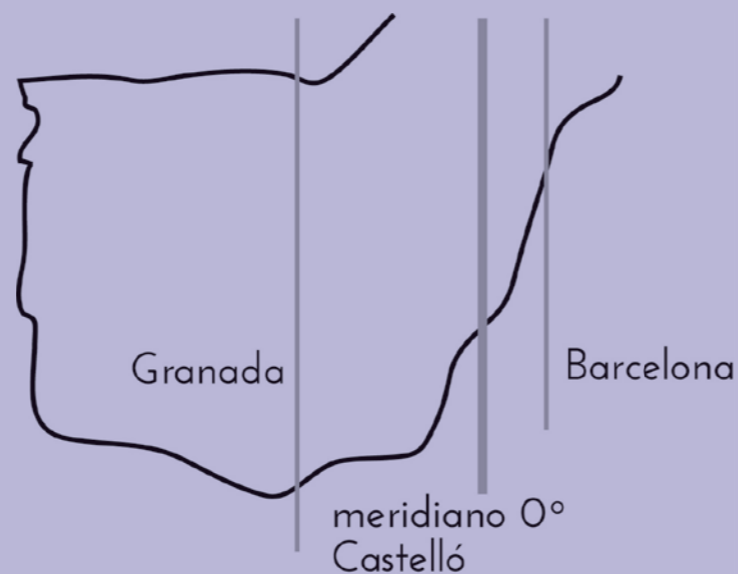


Figura 16: A meridiana orixe ou de Greenwich pasa por Castelló. As cidades á súa dereita teñen lonxitude Leste e as da súa esquerda lonxitude Oeste.

reloxos mecánicos) como a media ao longo dun ano completo do tempo. A Ecuación de Tempo é a diferenza entre o «Tempo Solar Real» e o «Tempo Medio». Esta ecuación aparece na táboa 1.

Vexamos algúns exemplos:

Lemos a hora do reloxo de Sol en Barcelona o 26 de maio.

O 26 de maio hai horario de verán, en Barcelona a lonxitude é de $2^\circ = 8$ minutos Leste e a ecuación de tempo ese día é de -3.2 minutos.

Hora do reloxo de Sol +120 m-8m-3.2m=hora do reloxo de pulso.

Lemos a hora do reloxo de Sol en Granada o 6 de novembro.

O 6 de novembro é inverno en Granada, a lonxitude é de $4^\circ = 16$ minutos Oeste e a ecuación de tempo ese día é de -16.4 minutos.

Hora do reloxo de Sol + 60 m+16 m - 16,4 m= hora do reloxo de pulso.

días	Xan	Feb	Mar	Abr	Mai	Xuñ	Xul	Ago	Set	Out	Nov	Dec
1	+3.4	+13.6	+12.5	+4.1	-2.9	-2.4	+3.6	+6.3	+0.2	-10.1	-16.4	-11.2
6	+5.7	+5.1	+11.2	+2.6	-3.4	-1.6	+4.5	+5.9	-1.5	-11.7	-16.4	-9.2
11	+7.8	+7.3	+10.2	+1.2	-3.7	-0.6	+5.3	+5.2	-3.2	-13.1	-16.0	-7.0
16	+9.7	+9.2	+8.9	-0.1	-3.8	+0.4	+5.9	+4.3	-4.9	-14.3	-15.3	-4.6
21	+11.2	+13.8	+7.4	-1.2	-3.6	+1.5	+6.3	+3.2	-6.7	-15.3	-14.3	-2.2
26	+12.5	+13.1	+5.9	-2.2	-3.2	+2.6	+6.4	+1.9	-8.5	-15.9	-12.9	+0.3
31	+13.4		+4.4		-2.5		+6.3	+0.5		-16.3		+2.8

Táboa 1: Ecuación de Tempo

Modelo XXL

Se o modelo vai usarse con alumnos de primaria é bo construílo de tamaño suficientemente grande para que eles poidan entrar nel. Así quedan moi claros todos os conceptos desde dentro e desde fóra. Vexamos pois un modelo realizado cun tubo de plástico e cuns bloques de cemento para poder fixalos (basta furalos cunha trade). É un modelo de case metro

e medio de raio que pode montarse e desmontarse para poder conservalo no interior do centro docente, pero que se pode montar no patio da escola. Todo iso ímolo situar encima dun plástico onde debuxaremos a posición dos bloques de cemento para que sexa fácil repetir a montaxe noutras ocasións.

Ante todo fíxase a dirección Norte-Sur cun compás. Situamos o eixo de rotación terrestre (coa latitude do lugar como se dixo no modelo pequeno, figura 17). Pasando pola liña Norte-Sur e fixándoo ao eixo de rotación, cabe suxeitar o meridiano do lugar (figura 18).

Perpendicular á liña Norte-Sur polo centro debuxamos a Leste-Oeste. Usando a colatitude fixamos o ecuador (figura 19). A partir del sitúanse os paralelos de Cáncer e Capricornio 23 graos por encima e debaixo usando unha corda e unha falsa escuadra (figura 20).



Figura 17: Colocando o eixo de rotación usando unha falsa escuadra para introducir a latitude do lugar.



Figura 18: O modelo co meridiano do lugar e o eixo de rotación fixados nos bloques de cemento onde hai os buracos apropiados.

Unha vez acabado o modelo, se un alumno se tende no chan, na dirección Norte-Sur, coa cabeza no centro e mirando cara ao Sur, poderá ver o Sol entre as traxectorias do ecuador (cando este astro percorre os equinoccios) e os paralelos que corresponden ao movemento do Sol o primeiro día de verán e o primeiro día de inverno (figura 19). Hai que ir con coidado

e non mirar directamente ao Sol, xa que é perigoso se non se fai con lentes especiais como son as que se usan para observar as eclipses.

Finalmente hai que introducir as fotografías do horizonte ao redor da cúpula creada. Para que se correspondan correctamente co horizonte real debe situarse un alumno

no centro e comprobar que todo está ben situado (figura 23).

Figura 20: Medindo ángulos.



Figura 19: O modelo co eixo de rotación, o meridiano de lugar e o ecuador celeste.





Figura 21: Un alumno tendido sobre a recta Norte-Sur e mirando cara ao sur poderá ver a traxectoria do Sol comprendida entre os paralelos de Cáncer e Capricornio.



Figura 22: Modelo cos paralelos de Cáncer, Capricornio e o ecuador, ademais do meridiano local e o eixo de rotación. Sobre os bloques de cemento sitúase un último tubo en forma de círculo que representa o horizonte e dá solidez ao modelo.

Podemos entón imaxinar o meridiano do lugar e o ecuador real proxectado no ceo, usando o modelo e comparando a posición dos tubos respecto ao horizonte impreso co horizonte real (figura24). Por exemplo,

é bo mencionar os estudantes que a zona do ceo que corresponde á situada entre os paralelos de Cáncer e Capricornio é a zona do zodíaco e é por onde se moven o Sol, a Lúa e os planetas.

Figura 23: Un alumno no centro comproba que as fotos se corresponden co horizonte real.



Figura 24: Compróbase facilmente a correspondencia entre o horizonte fotografado que corresponde ao modelo e o real.



Movimentos do Sol vistos desde o modelo

A zona que corresponde ao movemento do Sol ao longo do ano correspóndese coa franxa entre os paralelos da maqueta. Podemos imaxinala sobre o ceo e o horizonte real da cidade. Por exemplo, o Sol sae o primeiro día de primavera polo Leste eponse polo Oeste, percorrendo o ecuador. O segundo día de primavera sae preto do Leste, pero un pouco cara ao Norte, percorre un paralelo un pouco máis alto que o ecuador eponse preto do Oeste, pero máis cara ao Norte. O terceiro día chega xa aínda máis alto, etc., até o primeiro día de verán que é cando chega a alcanzar a máxima altura sobre o ecuador (23,5 graos) e cando sae o máis cara ao Norte para ese lugar, eponse tamén máis cara ao Norte. O segundo día de verán o Sol percorre un paralelo algo máis baixo, e así sucesivamente vai baixando e saíndo e pódose por puntos que se van achegando ao Leste e Oeste respectivamente até chegar ao primeiro día de outono cando o Sol repite de novo o ecuador e sae polo Leste eponse polo Oeste. O segundo día de outono o Sol percorre un paralelo por baixo

do ecuador e sae preto do Leste, pero algo cara ao Sur, eponse preto do Oeste tamén un pouco cara ao Sur. Así sucesivamente vai saíndo e pódose máis cara ao Sur e percorrendo paralelos cada vez máis baixos respecto ao ecuador, até chegar o primeiro día de inverno, que segue o paralelo que está a -23,5 graos do ecuador. O segundo día de inverno o Sol empeza a subir de novo e así lentamente chega ao primeiro día de primavera que volve percorrer o ecuador. Así pois o Sol sae polo Leste eponse polo Oeste só dous días ao ano, os días dos equinoccios, cando o Sol percorre o ecuador e a duración do día e a noite son iguais, tal como se ve no modelo (figuras 13 e 21).

É evidente que os meses de primavera e verán o Sol está por encima do ecuador e o seu percorrido diúrno é máis longo que nos meses de inverno e outono cando vai por baixo do ecuador. Temos pois máis horas de insolación o primeiro día de verán, mentres que o primeiro día de inverno é cando hai menos horas de luz e as noites son máis longas (figuras 13 e 21). Isto dá lugar a que

sexa máis frío o primeiro día de inverno que o de verán. Ademais súmase outro factor: o ángulo de incidencia da luz solar.

Para iso, volvamos usar o modelo e unha lanterna. Ao mover a lanterna sobre o paralelo do primeiro día de verán o chorro de luz ilumina sobre o plano do horizonte unha área redonda, pero cando a lanterna se move sobre o paralelo do primeiro día de inverno, a zona iluminada polo chorro de luz é unha elipse cunha área encerrada moito máis ampla que no verán. É dicir que a radiación está máis concentrada na primeira situación, ou sexa que a enerxía que nos chega por cm^2 de pel no verán é moito maior que no inverno, dado que a mesma enerxía débese repartir nunha área moito maior. E como que tamén é evidente no modelo que o número de horas de insolación solar é maior, a consecuencia natural é que no verán vai máis calor que no inverno.

Orientación

Coa axuda da maqueta pódese entender mellor o horizonte real, e as actividades de orientación realizadas desde a escola resólvense de forma moi sinxela. Por exemplo as estrelas próximas á polar, as chamadas circumpolares, estrelas que sempre están sobre o horizonte, é evidente que están na zona do punto cardinal Norte e próximas á polar. Por exemplo a Osa Maior ou Casiopea non pode estar cara á zona do Sur. Está claro co modelo.

Un debuxo para discutir

Coa práctica seremos capaces de situar na nosa cidade sen dificultade a zona por onde se pode ver o Sol ou as constelacións circumpolares. Debuxos como os das figuras 25 e 26, axudan a discutir en clase as diferentes posibilidades. Usaremos o horizonte local da cidade onde os alumnos consigan recoñecer os relevos máis característicos para que así se poidan situar perfectamente.

Resulta evidente que a traxectoria do Sol está sobre o horizonte Sur e que os planetas do sistema solar, que se moven aproximadamente na mesma zona na que o fai o Sol ao longo das estacións (na chamada zona do zodíaco) tamén se moven pola zona do horizonte Sur. Está claro que se saímos a observar pola noite e vemos unha estrela próxima á Osa Maior non podemos dubidar se é o planeta Venus, xa que os planetas estarán pola zona onde se move o Sol, por encima e por baixo do ecuador (como máximo 23,5 graos).

Este modelo é útil para explicar os movementos do Sol e das estrelas durante o día e durante a noite. Despois de usar o modelo proposto, xa non se confunde un astro brillante no horizonte norte cun planeta.

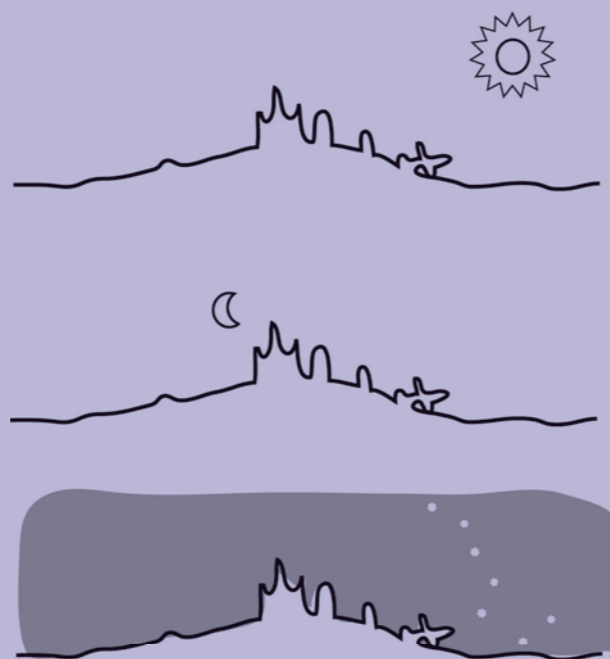


Figura 25: Horizonte Noroeste de Barcelona, zona do Tibidabo.

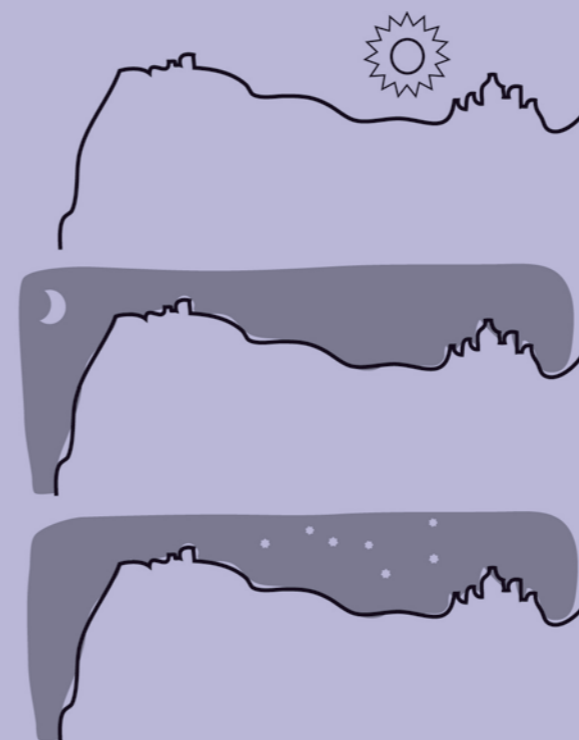


Figura 26: Horizonte Sudoeste de Barcelona, zona de Montjuïc.

Un erro que arrastramos desde hai anos

É común que se preguntas a alguén por onde sae o Sol, che diga polo Leste. Como vimos isto é só certo 2 días dos 365 ou 366 que ten o ano. Por tanto hai que insistir en que observen que cada día o Sol sae e se pon nun lugar diferente. O que si é certo é que ao mediodía solar pasa polo meridiano do Sol, o punto máis alto do día.

É pois falso que pondo a man dereita por onde sae o Sol temos en fronte o Norte, ás costas o Sur e na esquerda o Oeste (figura 27). Esta regra de orientación aparece en moitos manuais e é errónea salvo dous días: os equinoccios. O resto de días o erro pode ser considerable. Para a nosa latitude a diferenza entre a posición do Sol, no horizonte, o primeiro día de verán e o primeiro día de inverno é duns 60 graos.



Figura 27: O Sol sae polo Leste só o primeiro día de primavera ou de outono. A orientación que se representa na figura só é correcta dous días ao ano.

Bibliografía

- Ros, R.M., De l'intérieur et de l'extérieur, Les Cahiers Clairaut, 95, p.1-5, Orsay, 2001.
Ros, R.M., Sunrise and sunset positions change every day, *Proceedings of 6th EAAE International Summer School*, 177, 188, Barcelona, 2002
Ros, R.M., Capell, A., Colom, J., "El planisferio y 40 actividades más", Antares, Barcelona, 2005

Enlaces web:

- <http://es.unawe.org>
<http://unawe.org>
<http://sac.csic.es/unawe>

UNAWE quiere conseguir que os nenos e as nenas de todos os países teñan unha relación persoal coa astronomía que os faga gozar con ela. EU-UNAWE é a rama europea do proxecto global que se desenvolve en España, Alemaña, Italia, Holanda, Reino Unido e Suráfrica. A través de experiencias e de emocións relacionadas coa observación dos astros foméntase a conciencia de que eles son tamén parte do universo e que teñen un mundo por explorar.

