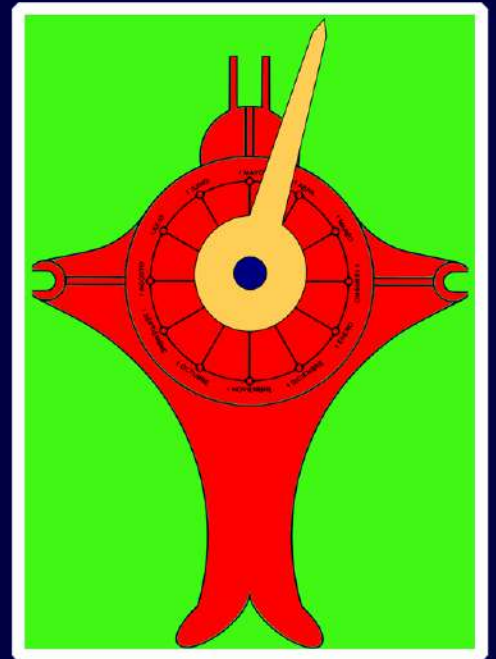


El Reloj de Sancho

Enrique Aparicio Arias



Publicaciones de ApEA nº 20

El Reloj de Sancho

Enrique Aparicio Arias

**Publicaciones de ApEA
Asociación para la Enseñanza de la Astronomía
Nº 20 (Secundaria) – Mayo 2010**

Publicaciones de ApEA

Asociación para la Enseñanza de la Astronomía

Dirección:

Rosa M. Ros (Vocal Editora de Publicaciones de ApEA)
Edición de 2010

Comisión de redacción:

Antonio R. Acedo del Olmo
Ederlinda Viñales
Ricardo Moreno
Simón García

Edita: Antares Producción & Distribución, S.L.
ISBN: 978-84-937604-3-4

AUTOR



Enrique Aparicio Arias

Profesor de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, área de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Miembro de la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía (ApEA), Presidente de la Asociación Universitaria Astroingeo de Alicante “Ciudad de las Estrellas”.

Índice

Presentación	7
Objetivos	9
Estudios previos al reloj de Sancho	11
Pinceladas cosmográficas Cervantinas	15
Capítulo XVIII (segunda parte) Sobre la ciencia y las matemáticas	15
Capítulo XXV (segunda parte). Sobre la astrología mala	15
Capítulo XII (primera parte). Sobre los eclipses y astrología buena	16
Capítulo XXIX (segunda parte). Sobre el astrolabio	16
Capítulo XLI (segunda parte). Sobre el sistema Aristotélico	16
Interpretación astronómica del texto	20
Capítulo XX (primera parte) Reloj nocturno	20
Actividades en clase: construcción y primer uso	25
1. Construcción del reloj de Sancho	25
2. Conocer los pasos de la estrella horológica por el hombre del polo	32
Actividades de campo: utilidades y usos	33
3. Cómo colocarnos frente a la Polar, mediante la puesta del Sol	33
4. Cómo colocarnos frente a la Polar a través del crepúsculo civil	33
5. Diversos métodos para encontrar la Polar.	34
6. Cómo encontrar la estrella horológica con las manos	39
7. Cómo conocer el mes en el que estamos	40
8. ¿Cómo sabemos cuándo amanecerá?	40
9. Cómo sabemos qué hora es. Puesta en hora el reloj de Sancho	41
10. Cómo se obtiene la meridiana de lugar por la noche	41
11. Cómo comprobar la meridiana de lugar de día	43
12. Cómo sabemos las direcciones de los vientos	43
Bibliografía	45

Presentación

Muchas veces me he preguntado qué sería de mi vida sin la astronomía ya que ésta me ha envuelto y he sido preso de ella durante toda mi vida. Además me he impregnado del espíritu de ApEA (aprendizaje armonioso a la carta) con unos amigos que tienen ésta misma “excelsius y gloriosa enfermedad”.

Siempre me ha admirado la obra del Quijote, pero mucho más cuando me enteré que le encantaba la cosmografía y por los conocimientos globales que tenía ya que a pesar de no tener ninguna carrera, dominaba las siete artes liberales que sustentaban el árbol de la ciencia del siglo XVI, agrupadas en el **Trívium** con sus asignaturas: Oratoria, Lógica y Retórica y el **Quadrivium** con sus asignaturas: Música, Geometría, Álgebra y Astronomía. Cervantes conocía y dominaba ambos saberes y, lo ha querido reflejar en su obra magna.

Recordamos que a Don Quijote de la Mancha le encantaban los libros de caballería y en especial los de Feliciano de Silva por el contenido de sus frases reflexivas que tenía. Lo mismo sucede con la astronomía por la cantidad de expresiones de alto contenido reflexivo que podemos encontrar en el libro y por ello considero interesante reproducir estas bellas frases.

<<La razón de la sinrazón que a mi razón se hace, de tal manera mi razón enflaquece, que con razón me quejo de la vuestra fermosura>>

<<...Los altos cielos que de vuestra divinidad divinamente con las estrellas os fortifican, y os hacen merecedora del merecimiento que merece la vuestra grandeza>>

Este trabajo se lo dedico a mi madre

Objetivos

Los objetivos principales son:

Primero.- conseguir enamorar “astronómicamente” a los alumnos de letras, intentando que pierdan el miedo a las ciencias, procurando hacerles ver la utilidad y conexión existentes entre los escritores y el universo.

Segundo.- conseguir subir un nuevo peldaño en nuestra escalera del conocimiento de la astronomía, a través de la recuperación de un instrumento sencillo y adaptado llamado amigablemente “reloj de Sancho” basado en el Nocturlabio (instrumento medieval que servía para conocer las horas por la noche, mediante observación de estrellas de la Osa Menor.

Tercero.- conseguir ampliar conocimientos litera-astronómicos a través de la obra del famoso caballero Don Quijote de la Mancha.

Estudios previos al reloj de Sancho

El **reloj de Sancho**, está basado en un instrumento astronómico antiguo denominado **nocturlabio**, pero éste a su vez, se basó en otros instrumentos más antiguos los cuales tenían en común varias necesidades de servicio a los hombres de ciencia y a la sociedad. Veamos.



Figura 1a: Reloj del norte en un grafico del libro de Gerónimo Cortés (siglo XVI), 1b: Imagen del hombre del polo ubicado encima de una rosa de los vientos, utilizado en un barco, 1c: Hombre del polo en el instrumento del Cuadrante (uno de los instrumentos más antiguos descrito por Claudio Ptolomeo en el siglo II y uno de los preferidos por Cristóbal Colon en su viaje al nuevo mundo), que entre otras cosas servía para la determinación de la latitud del lugar.

En algunos tratados de astronomía antiguos, ya aparece el reloj del Norte como pieza base para conocer las horas en la noche, que dio al nombre de nocturlabio. El reloj del Norte consistía en imaginar dos ejes, (sistema cartesiano) que se cortaban perpendicularmente en un punto coincidente con la estrella Polar.

Este círculo con sus dos ejes cartesianos ha quedado dividió en cuatro cuadrantes que si utilizamos el sistema sexagesimal le corresponden 90° y si utilizamos el sistema horario de 24 horas le corresponden 6 horas. En dicho círculo aparecen otras subdivisiones del cuadrante cuyo valor es de 15° o una hora.

No lejos de la **Polar** (alfa de la constelación de la Osa Menor) se encuentra la otra estrella fundamental que nos servirá de manecilla horaria en la noche, es la estrella kochab, (beta de la Osa Menor) y conocida como la **estrella horologial**. Cerca de esta estrella se encuentra la estrella gamma), ambas estrellas son conocidas como **"las guardas"** (estas dos estrellas se encuentran en la imagen pisando el círculo del reloj del Norte).

Sobre los respectivos ejes del reloj del Norte se imaginaban a una persona con el ombligo coincidente con la Polar y entonces dicho hombre mirándonos a nosotros estaba dividió en cuatro partes "cabeza" "pies" "brazo derecho" y "brazo izquierdo.

Los navegantes del siglo XIV, XV y XVI, aleccionados en la casa de la contratación de Sevilla o Trujillo, sabían que el **"hombre polo"** fue creado a partir del reloj del Norte.

Antecedentes históricos.

El Nocturlabio, ha sufrido varias transformaciones a lo largo de los siglos, posiblemente el más antiguo del que se tienen noticias era el de los hindúes y los chinos. Éstos se servían para determinar las horas lunares en la noche. Los árabes, posiblemente cogieron el testigo de los hindúes y lo perfeccionaron.

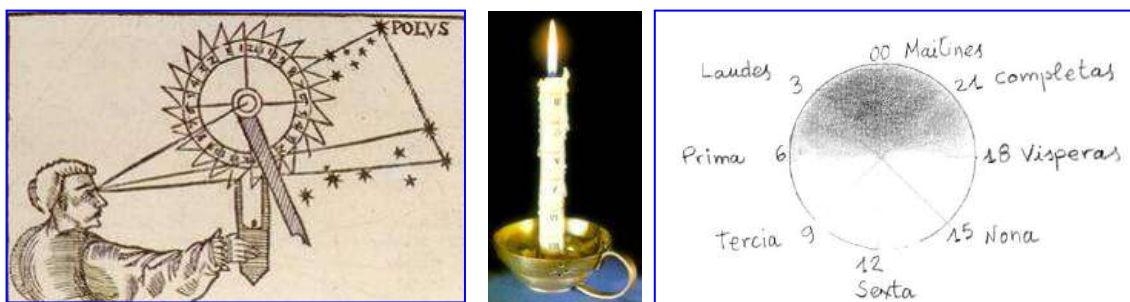


Figura 3a Nocturlabio, 3b, vela 3c, horas canónicas

En Europa, aparecen escritos del nocturlabio en documentos de Gerber d'Aurillac y en España gracias a Ramón Lull en el siglo XIII.

La escuela de Toledo, se supone que lo utilizaban aunque en el libro << del saber del rey Alfonso X >> no hace ninguna alusión al mismo. Tampoco lo hace, el astrónomo Pedro Apianus en 1540 con el libro Astronomicum Caesareum.

Dificultades en el nocturlabio.

Los monjes benedictinos desde el siglo VII, necesitaban conocer las horas por la noche para rezar sus oraciones y dar los medicamentos a los enfermos, para ello vigilaban y controlaban el tiempo, ya que su máxima era "ora et labora" (Oración y Trabajo). Dando origen a las **horas canónicas**.

El nocturlabio era complejo para personas no expertas si lo comparamos con otros instrumentos más antiguos y más fáciles de conocer como: velas, clépsidas de agua, relojes de arena, campanas, gallos, hombres de vigías, etc. La finalidad era saber las horas por la noche por eso, eran conocidas las siguientes denominaciones horarias: **Hora de Matines** a las 00 /24, hora **Laúdes** a las 3, hora **Prima** a las 6, hora **Tercia** a las 9, hora **Sexta** a las 12, hora **Nona** a las 15, hora de **Vísperas** a las 18 y horas **Completas** a las 21. Observar el sentido directo de giro en dichas horas (figura 3c)

Obsoletos por el calendario y por la tecnología

Los nocturlabios, cayeron en decadencia a partir del siglo XVI, debido principalmente a dos razones: La primera fue la aplicación del **calendario Gregoriano** (quedando obsoletos hasta el momento los ya construidos). Y segundo la aparición de mecanismos relojeros, mediante engranajes, ruedas dentadas, muelles etc. El nocturlabio inicia su decadencia, quedando aplastado por el desarrollo tecnológico de los siglos XVII y XVIII.

Dificultades generalizadas encontradas en el Nocturlabio

- a) La mayoría de los nocturlabios, son inoperantes por no tener en cuenta que el orificio principal del instrumento ubicado en el centro del aparato, (que es por donde se debe mirar para ver la estrella Polar), es demasiado pequeño, lo cual supone un desasosiego para el astrónomo, ya que no puede hacer con comodidad la colimación entre nuestro ojo y la estrella Polar, incluso con gran asombro por mi parte, he podido constatar en algunas revistas especializadas que no tienen orificio central por donde mirar, ¡sorprendente!
- b) Algunas réplicas de los nocturlabios, presentan diferencias en el calendario debido a que han sido construidos antes de aplicar la reforma del calendario Gregoriano, lo cual deja de ser operativo para poder usarse actualmente. Hoy en día, algunas casas comerciales siguen aún vendiéndolos con este error.
- c) Otros nocturlabios, no tienen el mango para poder cogerlo y realizar correctamente la colimación (ojo-Polar).
- d) Otros en cambio, el mango de sujeción es sustituido por una anilla de sujeción vertical, igual que los astrolabios, entonces la operación de colimación solo se podrá hacer bien cuando la Polar se encuentre sobre latitudes próximas al ecuador, pero no para las latitudes mediterráneas, al menos que inclinemos el aparato colocando el eje del mundo (visión hacia la polar) perpendicular al disco ecuatorial.
- e) Otra complejidad añadida son los pequeños números grabados en los diferentes discos de latón, resultando difíciles de ver en la oscuridad incluso ayudado por candiles o velas.
- f) Hay nocturlabios que usa como estrella de referencia (horologial) a la estrella alfa de la Osa Mayor en lugar de hacerlo con la Osa Menor. Esto es un problema para latitudes medias de 40°, porque sabemos que no es visible (sobre todo en invierno) ya que la orografía local, edificios o montañas próximas impiden ver bien a la Osa Mayor a pesar de ser circumpolar. Ver Figura 3a nocturlabio.

El reloj de Sancho.

Es una variante del nocturlabio (figuras 4), cuyo objetivo es eliminar los problemas anteriores descritos, intentando que resulte un instrumento fácil,

sencillo y práctico para el alumno, tanto en su construcción, montaje y aplicación.

Además, servirá para adentrarse en el mundo de la astronomía, partiendo de un texto literario escrito por un aficionado a la cosmografía, como fue D. Miguel de Cervantes y Saavedra, a la vez que recuperamos un instrumento antiguo.



Figura 4a y 4b diferentes modelos de nocturlabios, 4c reloj de Sancho

Refranes

<< No hay cosa tan bien repartida como el talento: cada cual con el suyo está contento>>

<<Donde no se gana nada, algo se va perdiendo, por lo menos, el tiempo>>

<<Después de comer ni libros ni mujer>>

<<Al buen callar le llaman Sancho>>

Pinceladas cosmográficas Cervantinas



Existen muchos detalles de los conocimientos cosmográficos de don Miguel de Cervantes, pero sólo dejamos constancia de los capítulos del Quijote que hacen una alusión directa a la astronomía.

En el **capítulo XVIII** de la segunda parte. **De lo que sucedió a don Quijote en el castillo o casa del Caballero del Verde Gabán, con otras cosas extravagantes.**

Habla D. Lorenzo que le pregunta a D. Quijote *¿qué ciencias ha oído?*

- **La de la caballería andante** -respondió don Quijote-, *que es tan buena como la de la poesía, y aun dos deditos más.*

- No sé qué ciencia sea ésa -replicó don Lorenzo, y hasta ahora no ha llegado a mi noticia.

Es una ciencia -replicó don Quijote- que encierra en sí todas o las más ciencias del mundo, a causa que el que la profesa ha de ser jurisperito, y saber las leyes de la justicia distributiva y conmutativa, para dar a cada uno lo que es suyo y lo que le conviene; ha de ser teólogo, para saber dar razón de la cristiana ley que profesa, clara y distintamente, adondequiera que le fuere pedido; ha de ser médico y principalmente herbolario, para conocer en mitad de los despoblados y desiertos las yerbas que tienen virtud de sanar las heridas, que no ha de andar el caballero andante a cada triquete buscando quien se las cure; ha de ser astrólogo, para conocer por las estrellas cuántas horas son pasadas de la noche, y en qué parte y en qué clima del mundo se halla; ha de saber las matemáticas, porque a cada paso se le ofrecerá tener necesidad dellas;....>>

Nota aclaratoria: Es importante, resaltar que Cervantes diferenciaba y clarificaba los dos tipos de **astrología**, la **buena** (que se estudiaba en las universidades de Alcalá de Henares, Valladolid, Plasencia, Salamanca, Bolonia, Padua, Paris, etc.) y la **mala** que es la que se hacía en las calles medievales engañando a la gente para intentar sobrevivir. Utilizaban algunas palabras y conceptos astronómicos que ni ellos mismos sabían lo que significaban. Todavía hoy en día siguen entre nosotros, y es aquella gente (astrológica) que sin escrúpulos siguen engañando a muchas personas con el mismo sistema que antiguamente, incluso con el apoyo de los medios de comunicación (televisión, prensa y radio), dónde sus directivos no avisan de que es un pasatiempo sin rigor científico y que las cartas astrales u horóscopos que se hagan no condicionarán el devenir de sus vidas.

Capítulo XXV (Segunda parte). **Donde se apunta la aventura del rebuzno y la graciosa del titerero, con las memorables adivinanzas del mono adivino.**

Cervantes comenta lo siguiente sobre la astrología mala en el siglo XVI.

"porque cierto está que este mono no es astrólogo, ni su amo ni él alzan ni saben alzar estas figuras que llaman horóscopos, que tanto ahora se usan en España, que no hay mujercilla, ni paje, ni zapatero de viejo que no presuma de alzar una figura, como si fuera una sota de naipes del suelo, echando a perder con sus mentiras e ignorancias la verdad maravillosa de la ciencia"

Capítulo XII (Primera parte). **De lo que le contó un cabrero a los que estaban con don Quijote**

Cervantes, ante la muerte de Grisóstomo, un estudiante de astrología de la Universidad de Salamanca, se refiere a la astrología buena como aquella que estudia la mecánica celeste.

*El pastor Pedro comentaba que sabia mucha ciencia de las estrellas y lo que pasan allá en el cielo en el Sol y la Luna, porque puntualmente nos decía el cris del sol y de la luna, a lo que el Quijote le reprendió que se dice **Eclipse** y no cris es cuando se oscurece esas dos luminarias mayores, continuaba diciendo Pedro que asimesmo adivinaba cuando había de ser abundante o estil, queréis decir estéril y no estil le respondió Don quijote nuevamente a Pedro, esa ciencia de la que habláis se llama Astrología.*

En el capitulo XXIX. (Segunda parte). **De la famosa aventura del barco encantado**

Cervantes despliega sus conocimientos cosmográficos y astronómicos.

–Haz, Sancho, la averiguación que te he dicho, y no te cures de otra, que tú no sabes qué cosa sean coluros, líneas, paralelos, zodíacos, clíticas, polos, solsticios, equinoccios, planetas, signos, puntos, medidas, de que se compone la esfera celeste y terrestre; que si todas estas cosas supieras, o parte dellas, vieras claramente qué de paralelos hemos cortado, qué de signos visto y qué de imagines hemos dejado atrás y vamos dejando ahora.

*- Pero ya habremos caminado, por lo menos, setecientas leguas o ochocientas leguas; y si yo tuviera aquí un **ASTROLABIO** con que tomar la altura del polo yo te dijera las que hemos pasado; o pasaremos presto por la linea equinoccial, que divide y corta los dos contrapuestos polos en igual distancia.*

- Y cuando lleguemos a esa ceña cuanto habremos caminado? comenta Sancho

*Mucho – replico don Quijote; porque de trescientos sesenta grados que contiene el globo, de agua y de la Tierra, **según el cómputo de Ptolomeo**, que fue el mayor cosmógrafo que se sabe, la mitad habremos caminado, llegando a la línea que he dicho.*

*Sancho se reía del nombre de Ptolomeo, y don Quijote le continuaba diciendo que los españoles que se embarcan en Cádiz para ir a las Indias Orientales, una de las señales que deben conocer en el cielo es la **línea equinoccial**.*

Capítulo XLI (Segunda parte). **De la avenida de Clavileño con el fin desta dilatada aventura.**

En este episodio Cervantes hace que los dos personajes realicen un viaje sideral entre las estrellas. Quijote y Sancho subidos en un caballo de madera creen que surcan los cielos al igual que lo hizo Perseo subido en Pegaso (caballo alado) cuando fue a rescatar a Andrómeda. Recordamos el

sistema aristotélico, el cual dividía el cosmos (el cielo) en dos regiones la sublunar, zona del cielo que va desde la Tierra hasta la Luna, y supralunar, que va desde la Luna hacia la novena esfera cristalina. Según la teoría geocéntrica de Ptolomeo el Sol ocupaba la órbita de la región del fuego, y con la teoría copernicana es la Tierra quien lo ocupa. En la teoría aristotélica, la región del fuego se correspondería con la región sublunar.

El cúmulo abierto de estrellas que conocemos como las Pléyades, Sancho lo conocía como las siete cabrillas, ya que le recordaba a su rebaño cuando era pastor. El astrónomo francés Charles Messier (1730-1817) lo catalogó con el nombre M45.

Don Quijote, dijo:



—Sin duda alguna, Sancho, que ya debemos de llegar a la segunda región del aire, adonde se engendra el granizo, las nieves; los truenos, los relámpagos y los rayos se engendran en la tercera región, y si es que desta manera vamos subiendo, presto daremos en la región del fuego, y no sé yo cómo templar esta clavija para que no subamos donde nos abrasemos.

En esto, con unas estopas ligeras de encenderse y apagarse, desde lejos, pendientes de una caña, les calentaban los rostros. Sancho, que sintió el calor, dijo:

—Que me maten si no estamos ya en el lugar del fuego, o bien cerca, porque una gran parte de mi barba se me ha chamuscado, y estoy, señor, por descubrirme y ver en qué parte estamos.

—No hagas tal —respondió don Quijote—, y acuérdate del verdadero cuento del licenciado Torralba, a quien llevaron los diablos en volandas por el aire, caballero en una caña, cerrados los ojos, y en doce horas llegó a Roma, y se apeó en Torre de Nona, que es una calle de la ciudad, y vio todo el fracaso y asalto y muerte de Borbón, y por la mañana ya estaba de vuelta en Madrid, donde dio cuenta de todo lo que había visto; el cual asimismo dijo que cuando iba por el aire le mandó el diablo que abriese los ojos, y los abrió, y se vio tan cerca, a su parecer, del cuerpo de la luna, que la pudiera asir con la mano, y que no osó mirar a la tierra por no desvanecerse. Así que, Sancho, no hay para qué descubrirnos; que, el que nos lleva a cargo, él dará cuenta de nosotros, y quizá vamos tomando puntas y subiendo en alto para dejarnos caer de una sobre el reino de Candaya, como hace el sacre o neblí sobre la garza para cogerla, por más que se remonte; y, aunque nos parece que no ha media hora que nos partimos del jardín, créeme que debemos de haber hecho gran camino.

—No sé lo que es —respondió Sancho Panza—, sólo sé decir que si la señora Magallanes o Magalona se contentó destas ancas, que no debía de ser muy tierna de carnes.

Todas estas pláticas de los dos valientes oían el duque y la duquesa y los del jardín, de que recibían extraordinario contento; y, queriendo dar remate a la extraña y bien fabricada aventura, por la cola de Clavileño le pegaron fuego con unas estopas, y al punto, por estar el caballo lleno de cohetes tronadores, voló por los aires, con extraño ruido, y dio con don Quijote y con Sancho Panza en el suelo, medio chamuscados.

Preguntó la duquesa a Sancho que cómo le había ido en aquel largo viaje. A lo cual Sancho respondió:

—Yo, señora, sentí que íbamos, según mi señor me dijo, volando por la región del fuego, y quise descubrirme un poco los ojos, pero mi amo, a quien pedí licencia para descubrirme, no la consintió; mas yo, que tengo no sé qué briznas de curioso y de desear saber lo que se me estorba y impide, bonitamente y sin que nadie lo viese, por junto a las narices aparté tanto cuanto el pañizuelo que me tapaba los ojos, y por allí miré hacia la tierra, y parecióme que toda ella no era mayor que un grano de mostaza, y los hombres que andaban sobre ella, poco mayores que avellanas; porque se vea cuán altos debíamos de ir entonces.

A esto dijo la duquesa:

—Sancho amigo, mirad lo que decís, que, a lo que parece, vos no vistes la tierra, sino los hombres que andaban sobre ella; y está claro que si la tierra os pareció como un grano de mostaza, y cada hombre como una avellana, un hombre solo había de cubrir toda la tierra.

—Así es verdad —respondió Sancho—, pero, con todo eso, la descubrí por un ladito, y la vi toda.

—Mirad, Sancho —dijo la duquesa—, que por un ladito no se ve el todo de lo que se mira.

—Yo no sé esas miradas —replicó Sancho—: sólo sé que será bien que vuestra señoría entienda que, pues volábamos por encantamento, por encantamento podía yo ver toda la tierra y todos los hombres por doquiera que los mirara; y si esto no se me cree, tampoco creará vuestra merced cómo, descubriéndome por junto a las cejas, me vi tan junto al cielo que no había de mí a él palmo y medio, y por lo que puedo jurar, señora mía, que es muy grande además. Y sucedió que íbamos por parte donde están las siete cabrillas; y en Dios y en mi ánima que, como yo en mi niñez fui en mi tierra cabrerizo, que así como las vi, me dio una gana de entretenerme con ellas un rato...! Y si no le cumpliera me parece que reventara. Vengo, pues, y tomo, y ¿qué hago? Sin decir nada a nadie, ni a mi señor tampoco, bonita y pasitamente me apeé de Clavileño, y me entretuve con las cabrillas, que son como unos alhelíes y como unas flores, casi tres cuartos de hora, y Clavileño no se movió de un lugar, ni pasó adelante.

—Y, en tanto que el buen Sancho se entretenía con las cabras —preguntó el duque—, ¿en qué se entretenía el señor don Quijote?

A lo que don Quijote respondió:

—Como todas estas cosas y estos tales sucesos van fuera del orden natural, no es mucho que Sancho diga lo que dice. De mí sé decir que ni me descubrí por alto ni por bajo, ni vi el cielo ni la tierra, ni la mar ni las arenas. Bien es verdad que sentí que pasaba por la región del aire, y aun que tocaba a la del fuego; pero que pasásemos de allí no lo puedo creer, pues, estando la región del fuego entre el cielo de la luna y la última región del aire, no podíamos llegar al cielo donde están las siete cabrillas que Sancho dice, sin abrasarnos; y, pues no nos asuramos, o Sancho miente o Sancho sueña.

—Ni miento ni sueño —respondió Sancho—: si no, pregúntenme las señas de las tales cabras, y por ellas verán si digo verdad o no.

—Dígalas, pues, Sancho —dijo la duquesa.

—Son —respondió Sancho— las dos verdes, las dos encarnadas, las dos azules, y la una de mezcla.

—Nueva manera de cabras es ésta —dijo el duque—, y por esta nuestra región del suelo no se usan tales colores; digo, cabras de tales colores.

—Bien claro está eso —dijo Sancho—; sí, que diferencia ha de haber de las cabras del cielo a las del suelo.

—Decidme, Sancho —preguntó el duque—: ¿visteis allá en entre esas cabras algún cabrón?

—No, señor —respondió Sancho—, pero oí decir que ninguno pasaba de los cuernos de la luna.

No quisieron preguntarle más de su viaje, porque les pareció que llevaba Sancho hilo de pasearse por todos los cielos, y dar nuevas de cuanto allá pasaba, sin haberse movido del jardín.

En resolución, éste fue el fin de la aventura de la dueña Dolorida, que dio que reír a los duques, no sólo aquel tiempo, sino el de toda su vida, y que contar a Sancho siglos, si los viviera; y, llegándose don Quijote a Sancho, al oído le dijo:

—Sancho, pues vos queréis que se os crea lo que habéis visto en el cielo, yo quiero que vos me creáis a mí lo que vi en la cueva de Montesinos; y no os digo más.

Cerramos las pinceladas astronómicas de Cervantes, comprobando su entusiasmo por la cosmografía en general, a expensas de desarrollar el capítulo XX, origen de este trabajo.

Refranes

<<Quien lo que come a soplos se enfría, cuide no le salga el aire por otra vía>>

<<Yo soy el amo de la burra, y en la burra mando yo, cuando quiero digo arre, cuando quiero digo so>>

Interpretación astronómica del texto

Vamos de lleno a introducirnos en uno de los capítulos más divertidos de Cervantes y que da origen de este taller.

Capítulo XX (Primera parte)

De la jamás vista y oída aventura que con más poco peligro fue acabada de famoso caballero en el mundo, como la que acabó el valeroso don Quijote de la Mancha.

La ambientación escénica de éste capítulo podríamos resumirla en un día posiblemente de invierno, cuya noche se avecinaba algo tenebrosa, apenas se veían estrellas, pero sí las suficientes como para que Sancho supiese orientarse y conocer la hora que era y las horas que faltaban para que amaneciese y así, evitar que su amo se fuera en la noche a realizar una nueva aventura.

D. Quijote estaba dispuesto a afrontar otra aventura y ante el temor de que no pudiese volver de ella, le dice a Sancho <<que si no volvía, que fuese a contárselo a Dulcinea del Toboso>>

Sancho le contestó <<***dilátelo al menos hasta mañana que, a lo que a mi me muestra la ciencia que aprendí cuando era pastor, no debe de haber desde aquí al alba tres horas, porque la boca de la bocina está encima de la cabeza, y hace la medianoche en la línea del brazo izquierdo***>>.

Notas aclaratorias del texto***no debe de haber desde aquí al alba tres horas***

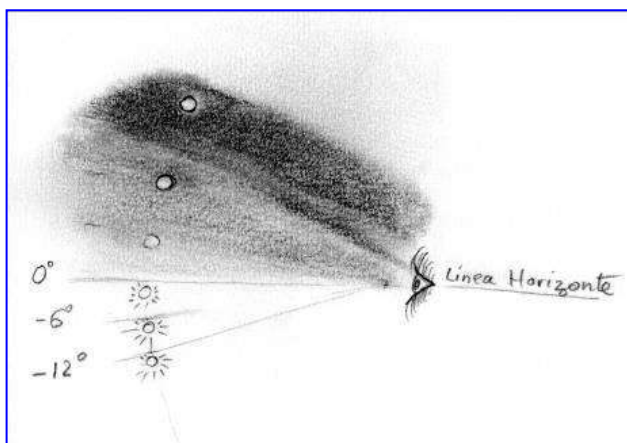


Figura 5: Representación del crepúsculo

Alba. Vocablo utilizado en astronomía para indicar uno de los estados de los tiempos crepusculares, concretamente el crepúsculo civil, es decir, desde que vemos al Sol desaparecer por el horizonte (Ocaso) hasta que se encuentra a (-6°) por debajo del mismo, o también desde el momento en que el Sol está a (-6°) antes que lo vemos aparecer (Orto), conocido como el crepúsculo matutino. Su duración suele ser de unos 40 minutos aproximadamente. Dependerá de la latitud donde nos encontremos.

Sancho, además de conocer el crepúsculo vespertino y matutino, conocía la duración de las horas itálicas (que son las horas que hay desde el Ocaso hasta el Orto). Aquí tenemos una tabla mes a mes de las horas itálicas cuyos tiempos son aproximados y redondeados para que sea fácil su aprendizaje).

Horas Itálicas (Oscuridad) 15 horas. Diciembre	14 h. Noviembre Enero	13 h. Octubre Febrero	12 horas Septiembre Marzo	11 h. Agosto Abril	10 h. Julio Mayo	9 h. Junio
---	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------------	--------------------------	------------------------	---------------

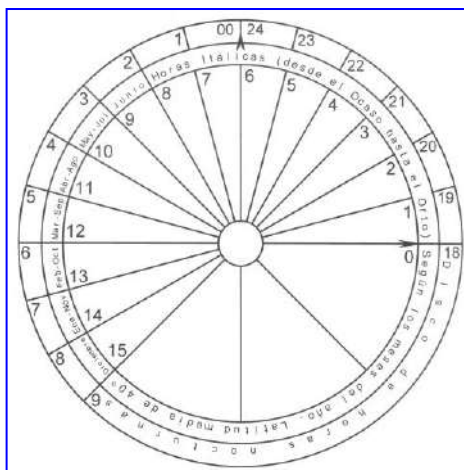


Figura 6a Parte interna del disco mayor, 6b Sancho sirve de inspiración a una pieza del reloj

Las horas itálicas se encuentran en el reloj de Sancho en la parte interna del disco mayor.

Si nosotros nos colocamos, mirando a la Polar, e imaginamos que el hombre del polo o Sancho, se encuentra enfrente de nosotros mirándonos con los brazos abiertos en forma de cruz y, sobre el describimos un círculo exterior que contenga todas las estrellas circumpolares, el centro del hombre coincidirá con el ombligo (a igual que hizo Leonardo da Vinci inspirado en el hombre de Vitrubio), siendo este círculo de estrellas conocido como circumpolares que por definición son aquellas que no tienen ni Orto ni Ocaso.

Comprobaremos que, gracias a la rotación terrestre sentido directo, las estrellas nos dan la sensación de giro y veremos ir cruzando por las distintas posiciones del cuerpo, brazos, cabeza y pies, a las estrellas llamadas "**las guardas**" (beta y gamma de la Osa Menor), donde la estrella beta se llama **horologial** y nos servirá como manecilla apuntadora de nuestro reloj, siendo su centro de giro la estrella Polar, por el que haremos coincidencia visual con nuestro ojo.

Si Sancho nos dice que no debe haber desde aquí al alba tres horas..., es porque Sancho mentalmente conoce las distintas posiciones que va ocupando en la noche la estrella horologial sobre los cuatro ejes (cabeza, pies y brazos).

Bocina.- Instrumento antiguo de viento proveniente de la mejora del cuerno de animales, utilizado por muchos pueblos ancestrales.



Figura 7. Bocina

Estos cuernos dieron lugar a la bocina y cornetas utilizadas por juglares medievales, posteriormente fueron utilizados por alguaciles y pregoneros y, en el siglo XX por serenos cuya misión, era cantar las horas itálicas, al mismo tiempo que daban información a los agricultores y ganaderos del estado del tiempo: lluvia, viento, cielo raso, etc. Existen numerosas pinturas en murales, cúpulas y pechinas de catedrales del siglo XV, XVI y XVII con dibujos de angelitos que soplan la bocina.

La boca de la bocina es la parte terminal más ancha del instrumento y no por donde se sopla. Sancho relacionaba la forma que tiene la bocina con la forma geométrica de la constelación de la Osa Menor.

....., porque la boca de la bocina está encima de la cabeza, y hace la medianoche en la línea del brazo izquierdo>>.

Sancho a localizado la estrella horológica (beta de la Osa Menor) y en este mismo instante está cruzando por encima de la cabeza del hombre del polo, es decir, está pasando por el meridiano celeste superior y añade que no debe haber desde aquí al alba tres horas.

..... y hace la medianoche en la línea del brazo izquierdo.- quiere decir que a las 00 horas (tiempo sidéreo) de la medianoche, la estrella horológica había cruzado por el brazo izquierdo del hombre del polo (o Sancho para nosotros), con la precaución y advertencia que dicho hombre siempre nos está mirando a nosotros y por lo tanto para él es su brazo izquierdo. Este matiz ha dado lugar a malas interpretaciones por otros autores, diciendo que Cervantes estaba equivocado, cuando no es cierto.

Así pues, la interpretación de la frase es que solo el día 1 de Febrero cruza la estrella horológica por el brazo izquierdo a las 00 horas del hombre del polo o Sancho, si a esta posición le sumamos las seis horas que hay desde la línea del brazo izquierdo hasta la cabeza y añadimos como mínimo dos horas y media, ya que dice que **no debe faltar tres horas para el alba** y, sabiendo que en el mes de Febrero tenemos 13 horas itálicas (de oscuridad), *podremos concluir con poco margen de error que la frase de Sancho origen de este taller debió ocurrir en los primeros días de Febrero y aproximadamente sobre las tres de la madrugada*. Esta fecha vemos que es coherente con la descripción del capítulo, ya que climatológicamente es probable ya que en los batanes* de la Mancha solo llevan (generalmente) agua en invierno y algo menos a principios de primavera. No así los batanes ubicados en el resto de la geografía española.



Los **batanes** eran máquinas de madera colocadas en las orillas de los ríos donde aprovechaban la energía hidráulica para mediante unos mazos golpear la lana de las ovejas y posteriormente secarla, cardarla, hacer ovillos de lana y las hilanderas tejían en su telares mantas y otras prendas.

Figura 8: Batán de Aniezo Cantabria.

Fechas de paso de la estrella horologial por la cruz del hombre del polo o en nuestro caso Sancho en posición de frente a nosotros.

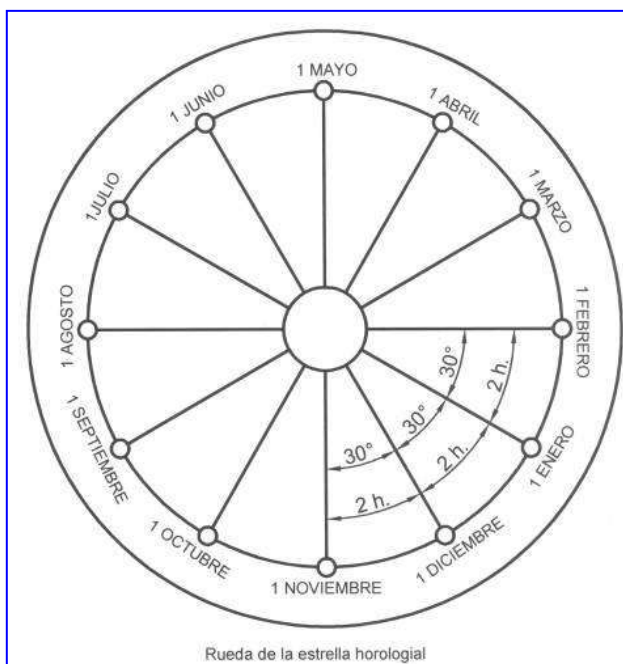


Figura 9: Rueda de la estrella horologial

El día 1 de Mayo, la estrella horologial se encuentra en la cabeza a las 00 horas de tiempo sidéreo.

Día 1 de Agosto, la estrella horologial se encuentra en el brazo derecho a las 00 horas de tiempo sidéreo.

El día 1 de Noviembre, la estrella horologial se encuentra en los pies a las 00 horas de tiempo sidéreo

El día 1 de Febrero, la estrella horologial se encuentra en el hombro izquierdo a las 00 horas de tiempo sidéreo.

Podremos conocer el mes que estamos según la posición que ocupa la estrella horologial previa identificación de la polar.

Cuando nos aprendamos estas cuatro fechas tan importantes casi tendremos el taller de Sancho aprendido y podremos saber que hora es (por la noche) cualquier día del año.

En el momento que desaparezca el Sol y pasen unos 40 minutos (duración del crepúsculo civil) podremos identificar la Polar y a las guardas, pudiendo posicionarlas en ese círculo virtual que si lo dividimos mentalmente cada 30° o 2 horas, podremos saber por diferencia angular o de tiempo la hora que es. Comprenderemos que cuando pasen 15 días desde el 1 de Mayo, la estrella horologial que estaba a las 00 horas en la cabeza, ahora se encontrara a 15° del eje de la cabeza con sentido directo hacia el brazo derecho del hombre del polo y cuando pasen otros 15° estaremos a 30° del eje de la cabeza y entonces estaremos en el primer día de Junio de las 00 horas tiempo sidéreo. Cuando estemos a 30° de la fecha del 1 de junio o sea, a 60° del eje de la cabeza, estaremos en el primer día de Julio y evidentemente cuando la estrella horologial haya recorrido otros 30° desde la última posición estaremos a 90° del eje de la cabeza y la estrella horologial se encontrará en el brazo derecho del hombre del polo o de nuestro Sancho, estando en el primer día del mes de Agosto. Y lo mismo para el resto de los meses del año.

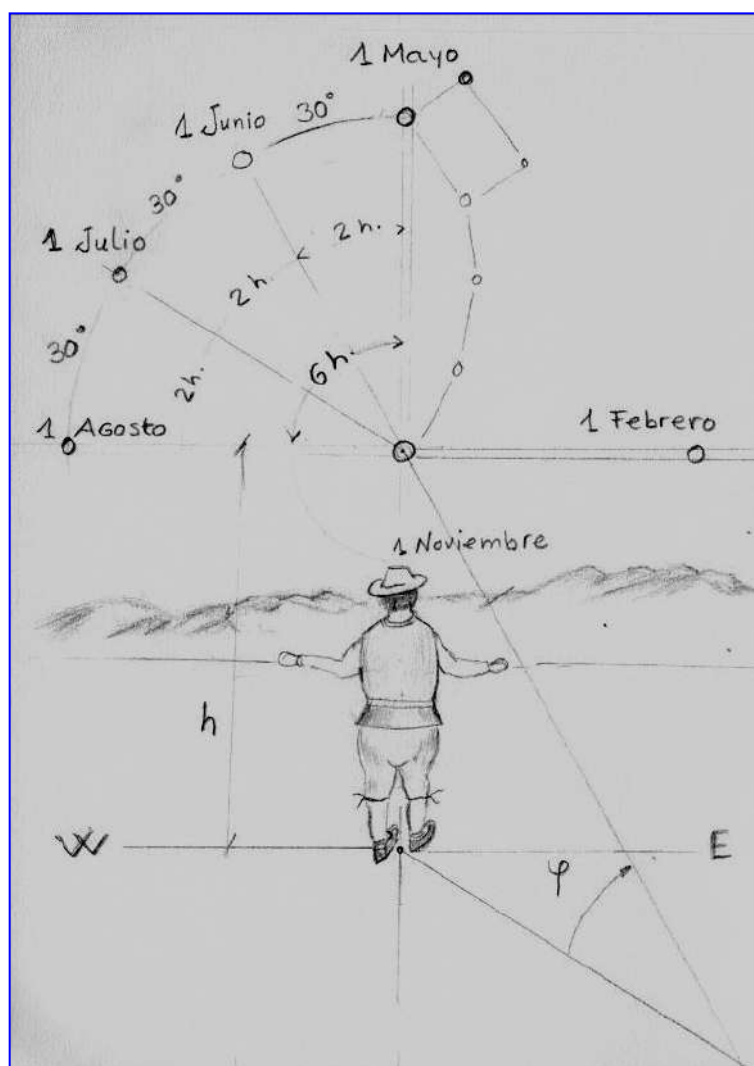


Figura 10: En esta imagen, vemos al propio Sancho de espaldas imitando al hombre del polo, para nuestro taller usaremos en lugar del hombre del polo al propio Sancho mirándonos.

Refranes

<<Según San Andrés, el que tiene cara de bruto, lo es>>

<<Marzo marceador, que de noche llueve y de día hace Sol>>

<<Por San Matías se iguala las noches con los días, cata a Marzo a cinco días; y si es bisiesto cáta al sexto>>

<< Culo de mal asiento, no acaba cosa ninguna y emprende cientos>>

<<Si no quieres desazones, no entres en congregaciones>>

Actividades en clase: Construcción y primer uso

Actividad 1: Construcción del reloj de Sancho

Se puede construir el reloj de cualquier material bien en madera o en metacrilato pero también de cualquier material que tengamos por casa por ejemplo cartulinas o plásticos duros.

No se trata de hacer un nocturlabio para museos sino de hacer un reloj nocturno, donde podamos aprender durante el proceso de montaje y en la realización de las prácticas de campo.

Nos inclinamos por hacerlo con el material de las carpetas de plástico, de uso frecuente por el alumno/a son muy económicas y reúnen las características necesarias. Su portada es transparente y la contraportada es opaca, pudiendo elegir cualquier color.

Recortar las plantillas descritas y pegarlas en el material elegido.

Las piezas tienen unas dimensiones apropiadas para que sean cómodas de trabajar utilizando un tamaño menor al del formato de A4 (tamaño folio)



Figura 11. Diferentes piezas del Reloj de Sancho

Obtención de un capuchón colimador

Si no podemos hacernos una pieza hueca de unión (figura 12a), tendremos que coger el capuchón de un rotulador grueso tipo yumbo y darle un corte por la mitad (figura 12b) y así aprovechar el rotulador. Sobre este capuchón

se irán acoplando las distintas piezas del reloj; la primera que se coloca es el punteo móvil (figura 12c).



Figura 12a, 12b y 12c diferentes detalles del colimador

El capuchón tendrá unos 2 centímetros de longitud y su diámetro será de 10 a 12 milímetros, ambos valores aproximados.

En el centro de las diversas plantillas, está dibujado el círculo central de 12 milímetros, que una vez recortados deberán introducirse sobre el capuchón. Se procurará recortar por la línea exterior de dichos círculos para que queden perfectamente ajustados al mismo tiempo que puedan girar sus componentes.

Por el hueco del capuchón (simulando un anteojo hueco), será por donde tengamos que trazar una línea imaginaria desde nuestro ojo hasta la Polar, entonces diremos que hemos colimado con la Polar. Debemos saber encontrar la Polar y las "guardas" sin margen de duda, (se explican en el siguiente capítulo).

Descripción de piezas y sus funciones

Pieza (1): Base de Sancho

El material elegido es la contraportada de una carpeta de plástico duro (opaco).



Antes de colocar esta pieza sobre el capuchón, debemos de haber colocado la pieza (2) puntero móvil que es, la primera pieza que se coloca en el capuchón hueco. Después se coloca la pieza (1) base de Sancho pero teniendo en cuenta que dicha lámina debe quedar en la parte de atrás del reloj. La rueda de las fechas de los meses del año a las 00/24 horas, que se encuentra dentro de la figura de Sancho, nos servirán como recordatorio por si se nos olvidan los pasos de la estrella horológica en cada mes del año.

Figura 13: Base del reloj de Sancho objeto de esta publicación

La forma que tiene la base del reloj es una imitación de la figura del cuerpo de Sancho en una posición con los brazos abiertos en forma de cruz. Las manos tienen forma de (C) y la cabeza termina en forma de (U), para precisar los pasos de las estrellas por el meridiano superior o para cuando se utilice el reloj en forma horizontal para determinar el Acimut Topográfico

o el Acimut Astronómico (coordenadas horizontales para determinar los ortos y ocasos). Las piernas nos servirán de agarrador pudiéndolas asir con nuestra mano izquierda y, si presionamos con nuestro pulgar por delante, el reloj se inclinará hasta ver con nuestro ojo la Polar. Entonces el cuerpo de Sancho se encontrará perpendicular al eje del mundo aproximadamente (es lo mismo que en un telescopio Newtoniano y el círculo de las ascensiones rectas).

Deberemos comprobar que la altura de la Polar sobre nuestro horizonte (h), (obtenido a groso modo con nuestras manos) deberá ser igual al valor de nuestra latitud (lugar de observación).

Pieza (2): Puntero móvil de fijación

El material elegido es el plástico transparente de la portada de la carpeta



Figura 14: Puntero móvil de fijación.

Es el primer elemento que se monta sobre el capuchón hueco. Su función es mejorar la precisión, utilizándolo como apoyo y fijación bien dentro de la boca de la bocina o respecto a cualquiera hora de los discos mayor o menor.

Pieza (3): Disco mayor

El material utilizado es la parte trasera de la carpeta de plástico duro. También podemos reutilizar un CD desechable y sobre éste se pega la plantilla.



El diámetro suele ser de 11 a 12 cm. Una vez recortada la plantilla y pegada sobre su soporte, se coloca en la parte delantera de la pieza (1) base de Sancho. Ésta rueda nos mirará a nosotros.

En la corona exterior, figuran las 15 horas itálicas, que son suficientes para nuestras latitudes. Fijaremos sobre éste disco la hora de las 00/24 horas que es la que utilizaremos como referencia para colocar en marcha el reloj nocturno de Sancho.

Figura 15: Disco mayor

Gracias a la rotación de la Tierra, las posiciones de las estrellas volverán a ocupar sus respectivas posiciones anualmente (tiempo sidéreo), pero para facilitar el aprendizaje de los alumnos para observaciones puntuales en una fecha determinada, trabajaremos en Tiempo Universal y después lo transformamos a tiempo local medio.

Pieza (4): Disco menor

El material es de plástico duro



Figura 16: Disco menor

He considerado más útil que figuren los vientos principales en sus respectivas direcciones que crear una banda zodiacal como aparecían en los antiguos nocturlabios. Sobre la rueda de los vientos podemos pegar una de las rosas de los vientos que figuran en la lámina de las piezas de la bocina y del puntero móvil y así nuestro reloj tomará un aspecto portulano (renacentista). Ahora lo colocamos encima del disco mayor.

Pieza (5) Bocina de Sancho

Es de material de plástico transparente



Figura 17: Bocina de Sancho

Esta pieza va colocada encima del disco menor. Representa a la Osa Menor, su forma geométrica es parecida a la de una biela o un cuerno. Tiene dos bocas, la más pequeña es la que se introduce en el capuchón y la boca grande es conocida como la boca de la bocina. Hay que tener cuidado al colocar la bocina ya que debe estar con la boca grande hacia arriba, o en la misma forma que la figura geométrica de la Osa menor.

Cuando estemos colimando por el hueco del capuchón a la Polar al mismo tiempo deberemos localizar las guardas de la constelación de la Osa Menor (beta y gamma) e intentar colocarlas dentro de la boca de la bocina (todo ello estirando el reloj con el brazo) hasta conseguir meterlas, después llevaremos el puntero móvil y lo colocaremos apuntando a una de las estrellas de las guardas, concretamente, a la estrella beta (Kochab) conocida como la estrella horologial.

Montaje y comprobación

Una vez montado se comprueba que giran los discos y no se salen del capuchón; en caso que tuviese mucha holgura se recortarían otra vez las plantillas hasta que no se salgan o, se pone un tope.

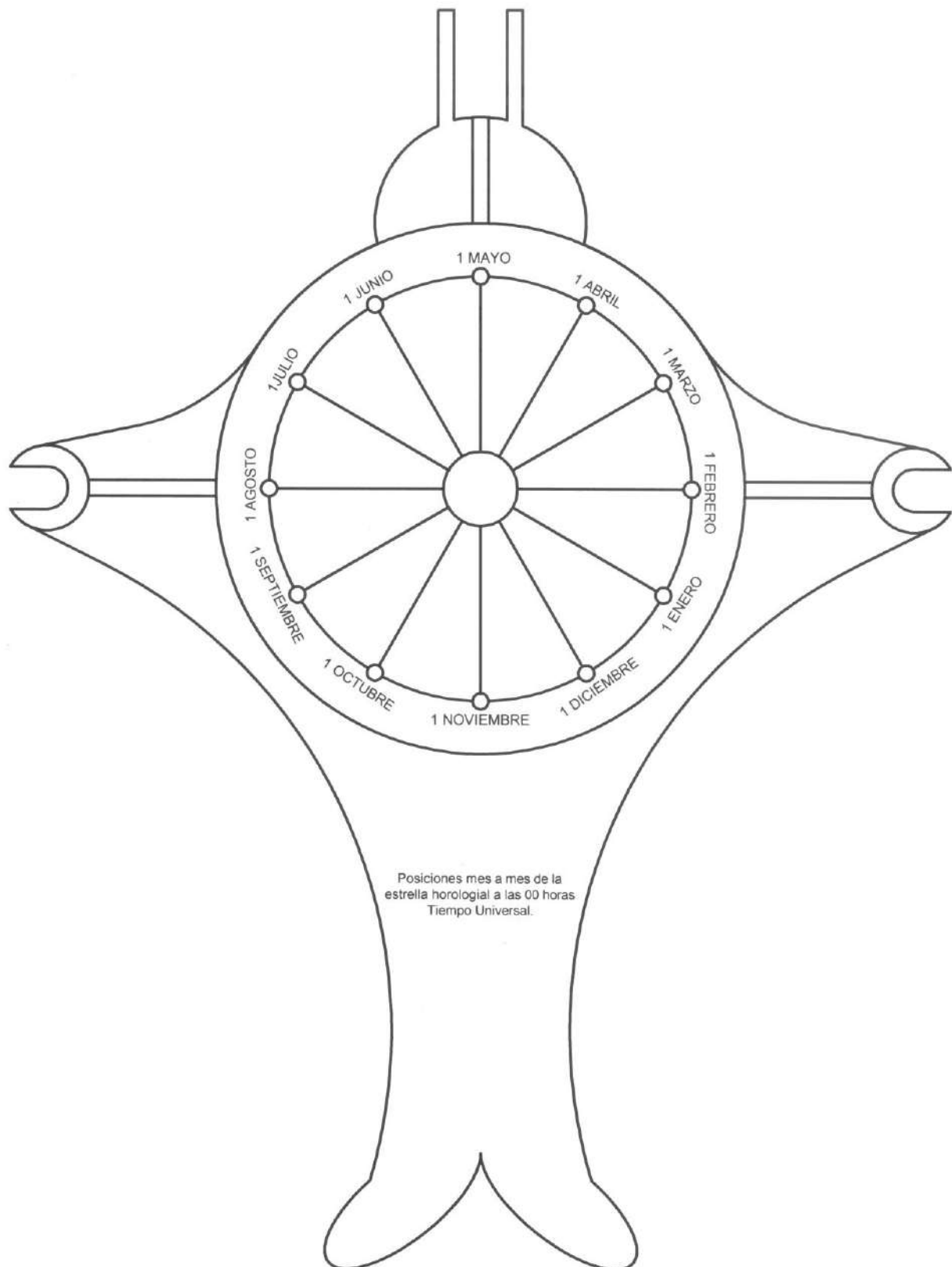
Reconocimiento de las plantillas del reloj de Sancho

Figura 18: Pieza (1): Base del reloj de Sancho

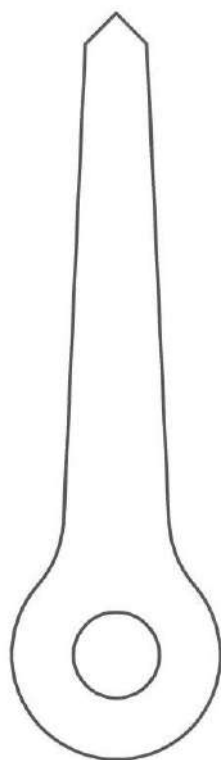


Figura 19: Pieza (2): Puntero móvil.

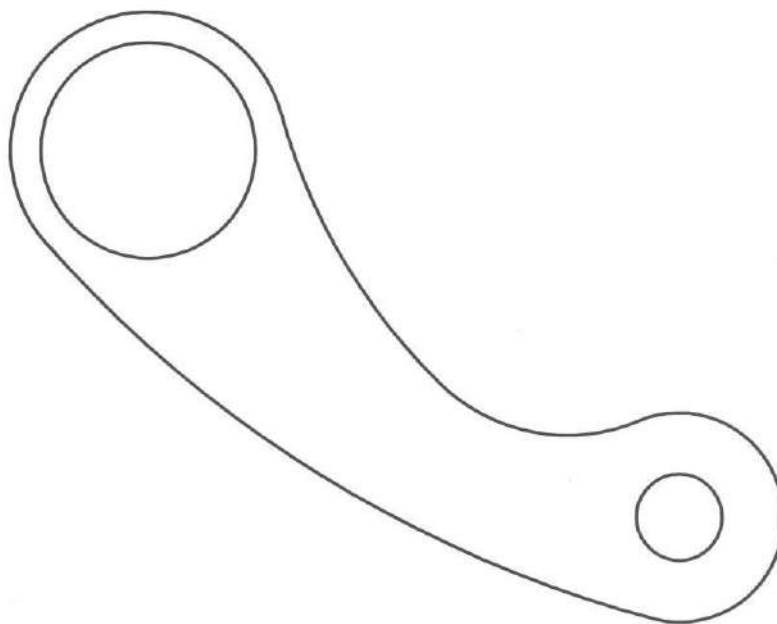


Figura 20: Pieza (3): La bocina

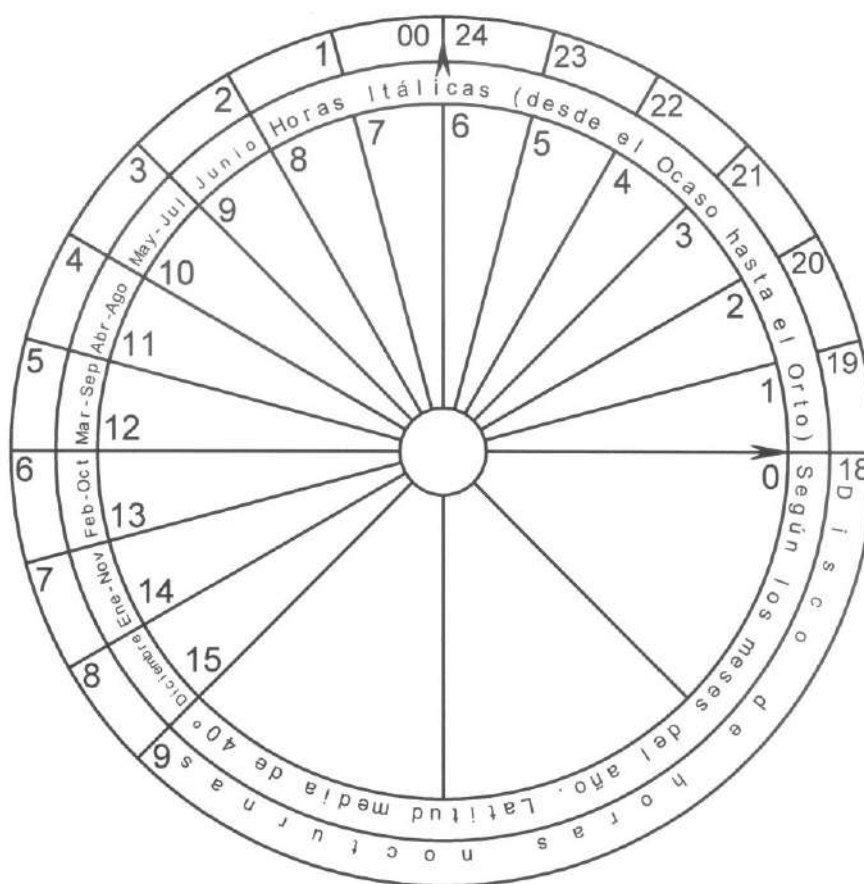


Figura 21: Pieza (4): Disco mayor

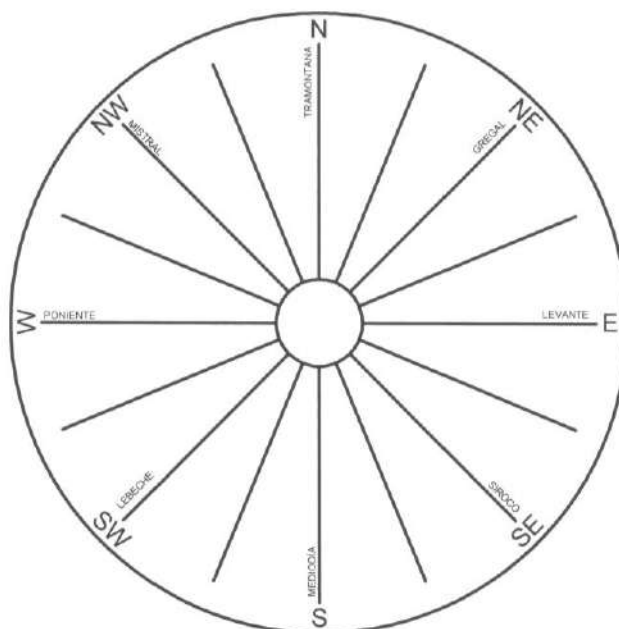


Figura 22: Pieza (5): Disco menor

Actividad 2: Conocer los pasos de la estrella horológica por el hombre del polo mes a mes o de nuestro Sancho

Para ello empezamos por aprendernos de memoria al menos los meses en los que la estrella horológica pasa por las cuatro partes del cuerpo de Sancho, (recordemos que nos está mirando a nosotros), y que son: 1 de Febrero en hombro izquierdo, 1 de Mayo en la cabeza, 1 de Agosto en el hombro derecho y 1 de Noviembre en los pies, siempre el paso se produce a las 00/24 de la medianoche de T.U.

Recordamos que si trabajamos con nuestros relojes (Tiempo Local Medio) hay que quitar una hora en invierno y dos en verano.

En caso que no nos acordemos de los pasos de los respectivos meses del año entonces le damos la vuelta al reloj de Sancho y miramos la rueda de pasos por los diferentes meses a la medianoche.

Es conveniente tener a mano alguna linterna de bolsillo para realizar o consultar sobre los discos mientras se aprende de memoria estos pasos. Si hemos entendido un mínimo la parte teórica, el paso siguiente que es la práctica, será coser y cantar. También podemos hacer prácticas en el aula auxiliándonos de un Power Point, o bien escribiendo en la pizarra el cuerpo de Sancho (sistema de ejes cartesianos) y, dando las explicaciones oportunas o utilizando algún programa informático de astronomía.

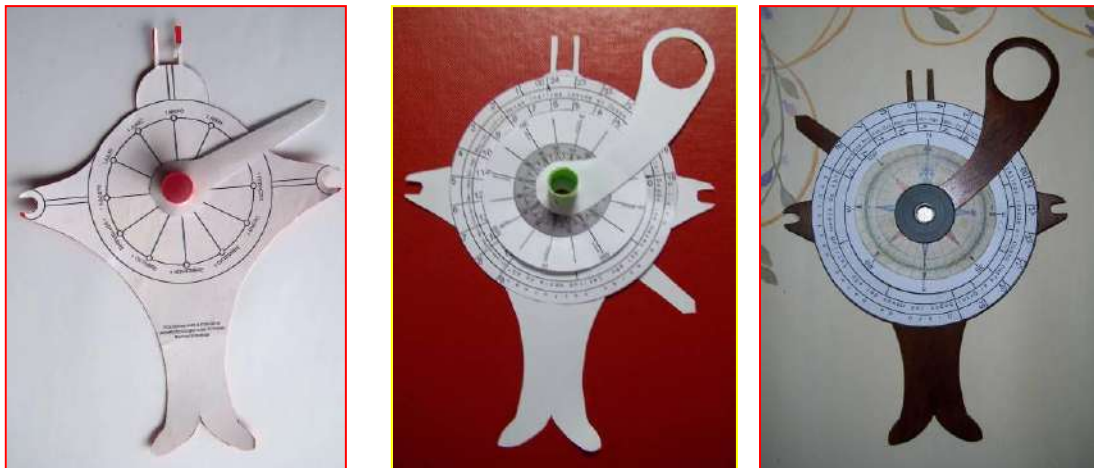


Figura 23a Espalda del reloj, 23b Frente en plástico, 23c Frente en madera

Refranes

<<El que quiera saber, poquito y al revés>>

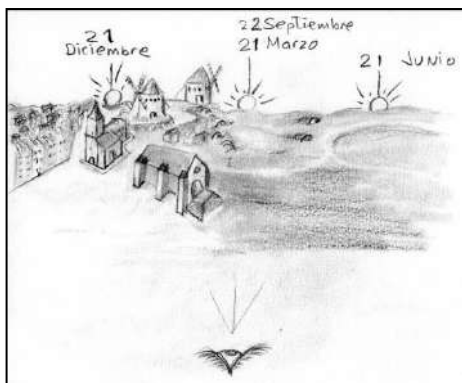
<< Panza llena y corazón contento, que todo lo demás es cuento>>

<<Agua de Agosto, azafrán, miel y mosto>>

Actividades de campo: utilidades y usos

Actividad 3: Cómo colocarnos frente a la Polar, mediante la puesta del Sol.

Cogemos el reloj de Sancho en posición horizontal, lo colocamos con el puntero móvil en dirección central al Sol (nos podemos auxiliar con un trozo de gafas de las que utilizamos para ver los eclipses, hacemos bien la colimación con el Sol, con el brazo estirado y bajamos la dirección hasta el



ras del horizonte horizontalmente y sin perder la dirección dejamos el reloj de Sancho encima de nuestra mesa de campo. Ahora, si el día que hacemos la operación no fuese 21 de marzo o 23 de septiembre (paso de la Tierra por la línea equinoccial) entonces tendríamos que replantear la dirección del cardinal Oeste mediante el cálculo del ángulo que existe desde donde vemos desaparecer al Sol hasta el punto cardinal Oeste. Esto se hace mediante una simple regla de tres.

Figura 24: Puestas de sol a lo largo del año

Por ejemplo, un día cualquiera, el 21 de enero y observamos la dirección por donde vemos ocultarse el Sol aparente. Ese día el Sol aparente formará un ángulo (x) con la dirección del cardinal Oeste. Podremos determinar éste ángulo por una regla de tres. Si en 90 días el Sol aparente se desplaza $23^{\circ} 26'$ (valor de la oblicuidad de la eclíptica) para 60 días, (que son los días que hay desde el día 21 de enero hasta el 21 de marzo) tendremos $(x) = 15^{\circ} 37'$. Con este valor y sabiendo hacia donde se desplaza el Sol aparente podremos situar, con la ayuda de nuestras manos, la dirección del cardinal Oeste.

Una vez conocida la dirección Oeste, si nos colocamos nosotros con los brazos en cruz, de tal manera que mi brazo izquierdo apunte al cardinal Oeste, enfrente tendremos las estrellas circumpolares cuyo centro es la Polar. Podemos repetir la operación para asegurarnos de la dirección Oeste –Este, dándole un valor del Acimut astronómico por donde hemos visto hoy desaparecer el Sol y conocer el valor angular ya calculado. Para dejar constancia de esta práctica, podemos colocar algunas estacas, o piedras. Una vez que mi cuerpo está mirando al Norte ya nos encontramos en disposición de realizar otra práctica.

Actividad 4: Cómo colocarnos frente a la Polar a través del crepúsculo civil.

Nos encontramos en el campo y necesitamos posicionarnos en dirección hacia el Norte. Es preciso que sea un día despejado y podamos ver con claridad las diferentes tonalidades crepusculares, matizando y precisando

por dónde se encuentra la mayor fuerza de color rojizo ya que nos delatará la dirección por donde acaba de desaparecer el Sol. Apuntaremos el reloj de Sancho hacia la máxima intensidad y allí colocaremos el puntero móvil.

Daremos un giro con nuestro cuerpo viendo y comprobando que en nuestro horizonte, opuestamente por donde hemos visto ocultarse el Sol, debe encontrarse la máxima oscuridad. Podremos determinar el Acimut Astronómico con el reloj de Sancho y, a partir de ahí, debemos reconstruir y materializar el eje Decumanus máximus o línea Este Oeste. (En el supuesto que no estemos en los días equinocciales).

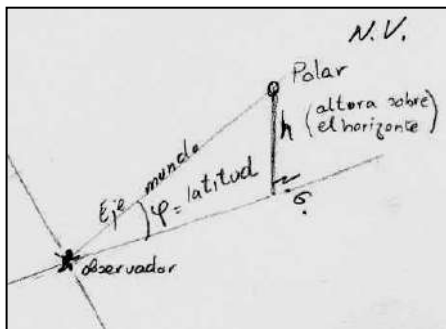
También, podemos obtener el eje Oeste-Este, auxiliándonos de nuestras manos. Conocemos la oblicuidad eclíptica $23^{\circ} 26'$ y que el Sol necesita unos 90 días para pasar de declinación cero a esta. Por tanto cada 30 días equivalen a unos 8° escasos. Este valor podemos colocarlo con las manos extendiendo el brazo y con la mano abierta colocando juntos cuatro dedos de la palma. Si hacemos coincidir la parte izquierda o derecha de nuestra mano (según la fecha del año en la que nos encontremos) con el máximo de luminosidad, podremos colocar la posición de la mano en la dirección Oeste. Una vez reconstruida la línea nos colocamos con nuestros brazos abiertos haciendo coincidir el brazo izquierdo con el eje Oeste -Este y ya estamos colocados de frente al Norte, ahora esperaríamos aproximadamente unos 40 minutos (desde que se oculto el Sol) para poder vislumbrar la Polar y las guardas que van a ser las estrellas básicas para este taller de Sancho.

Puede que la contaminación lumínica, nos impida ver las guardas y la Polar con claridad, por lo que tendremos que utilizar otros métodos para asegurarnos que no nos equivocamos.

Actividad 5: Diversos métodos para encontrar la Polar.

Es conveniente no equivocarnos de estrella y, para ello debemos saber la forma geométrica de la constelación de la Osa Menor y cuál es la Polar. Para encontrarla utilizaremos cualquiera de los siguientes métodos que a continuación describimos:

a) Método de la latitud del lugar.



Normalmente, cada persona amante de la naturaleza, lo es también de la astronomía y suele conocer la latitud y longitud de su pueblo o ciudad. En caso de que no lo sepa, tendrá que conseguir un mapa topográfico de su zona o ciudad y mirar en los márgenes derecho o izquierdo para obtener la latitud y arriba o abajo para saber la longitud del lugar de donde se encuentra.

Figura 25: Altura de la polar

También nos podemos auxiliar con el "google earth", o utilizar un G.P.S. (sistema de posicionamiento global), que determina mediante satélites la posición de un punto en la Tierra, obteniendo así las coordenadas geográficas o analíticas U.T.M.

Una vez que sepamos la latitud del lugar y como ya hemos identificado la Polar tan solo tendremos que colocarnos frente a ella y subir verticalmente nuestra vista y, auxiliándonos con nuestras manos extendidas colocaremos el valor de la latitud obtenida (figura 25).

Utilidad de nuestras manos

En "Astronomía casera", suele ser útil el poder utilizar nuestras manos para conocer y medir los cielos así como objetos situados en nuestro horizonte, por eso, detallamos una serie de bocetos de las diferentes posiciones de las manos para conseguir los grados deseados.

El objetivo es conocer a groso modo, las diferentes posiciones angulares o su equivalencia en tiempo.

Estas operaciones hay que realizarlas siempre con el brazo bien estirado y cuando se mide la latitud del lugar es necesario que la posición de nuestras manos se inicie a partir del plano horizontal que está a la altura de nuestros ojos y es paralelo a nuestro horizonte del lugar.

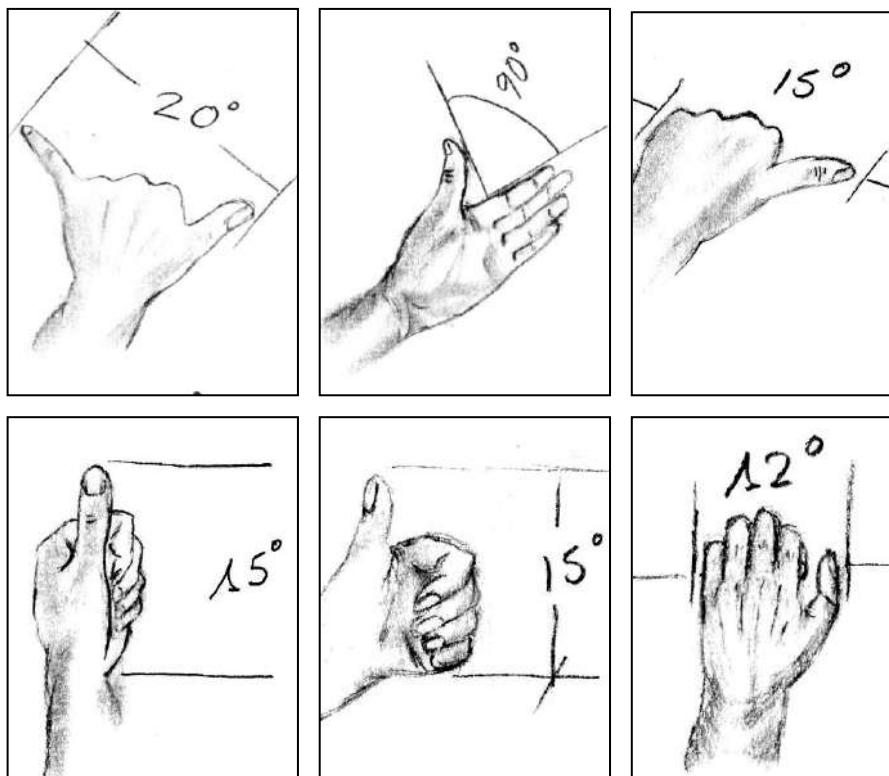


Figura 26: Las manos para medir ángulos

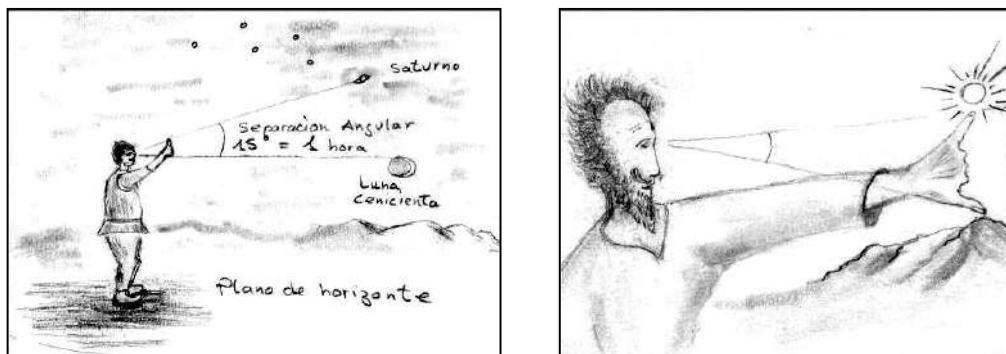


Figura 27 a y b: Usando las manos para medir ángulos

Refranes

<<Las mejores inyecciones son los chorizos y los jamones>>

<<Ajos y desdichas no vienen solos, vienen en ristras>>

Es muy importante aprender las transformaciones o la equivalencia de la separación angular (expresados en grados sexagesimales) a unidades de tiempo (expresados en minutos). Basta con recordar la regla nemotécnica siguiente: al valor angular que tengamos (que es fácil de retener) lo multiplicamos por cuatro y obtendremos minutos el tiempo. Ejemplo: para 20° sexagesimales = $20 * 4 = 80$ minutos

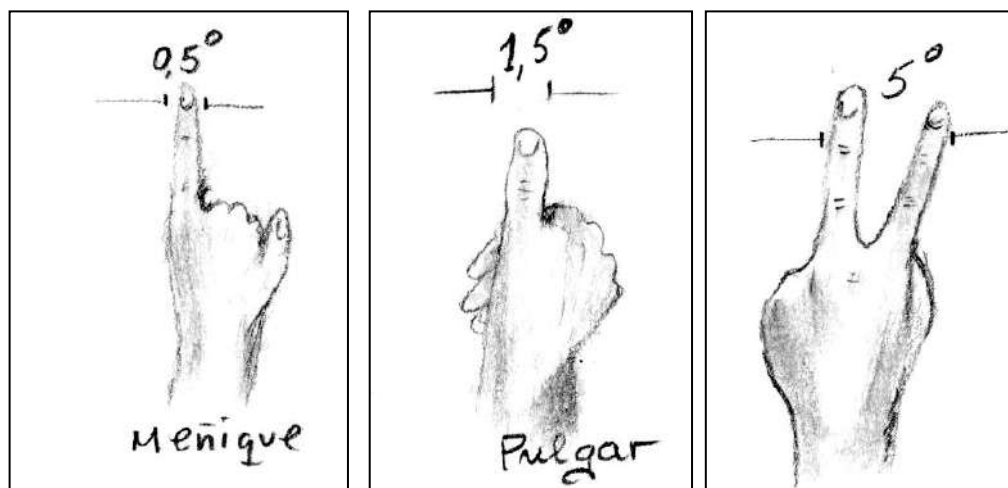


Figura 28: Las manos para medir ángulos

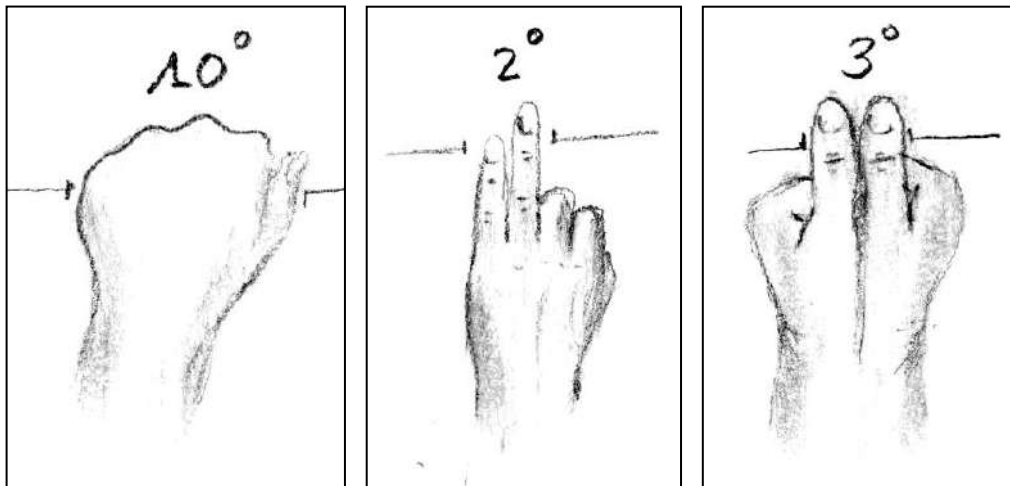


Figura 29: Las manos para medir ángulos

b) Método de alineación de Dubhe y Merak de la Osa Mayor.

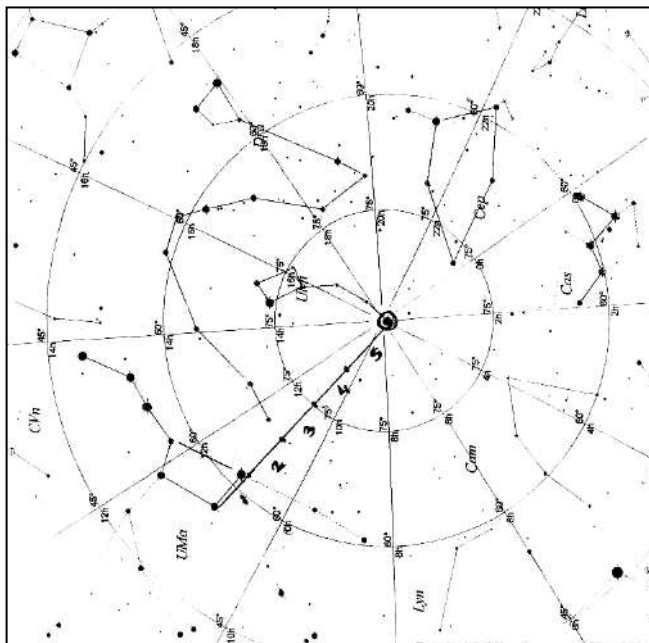


Figura 30: Localización de la polar por alineación

Consiste en localizar las estrellas Dubhe y Merak de la Osa Mayor (siendo éstas las extremas del trapecio del carro). Después con nuestra mano y abriendo los dedos índice y corazón formamos una (V) y extendemos el brazo para hacer coincidir nuestra (V) con dichas estrellas. Si ahora llevamos cinco veces la medida entre las estrellas Dubhe y Merak nos llevará en línea recta hacia el centro de las circumpolares y ahí, encontraremos la estrella Polar, siendo la única que brilla en su entorno.

Después comprobaríamos que la Polar forma parte de la Osa Menor y que ambas constelaciones son similares, pudiendo apreciar que el trapecio de la Osa Menor siempre está intentando meterse en el trapecio de la Osa mayor.

c) Método de Cuarta y Mitad (se usa cuando no se ve bien la Osa Mayor).

Podremos utilizar la mano derecha o la izquierda según nos resulte más cómodo ya que unas veces Casiopea quedará a nuestra derecha, otras en frente, otras a nuestra izquierda y otras abajo según el mes y hora de observación.

Para ello emplearemos las constelaciones de Casiopea y Cefeo. Este método es sencillo si se logra localizar las constelaciones de Casiopea y Cefeo ya que si colocamos nuestro índice de la mano derecha a partir de la estrella Caph (beta de Casiopea) y abrimos la mano con 20° en dirección hacia el rabo de la Osa Mayor (la estrella que nos queda por el lado izquierdo según el gráfico) el dedo pulgar de nuestra mano estará tocando a la estrella Errai (gamma de Cefeo). Después, cerramos la mano que son 10° y la colocamos a partir de la estrella Errai en el mismo sentido y tendremos por la parte derecha la estrella Errai de Cefeo y por la parte izquierda debe estar la Polar (siendo la única estrella que brilla en su zona). Ejemplo del método cuando Casiopea queda a nuestra derecha:

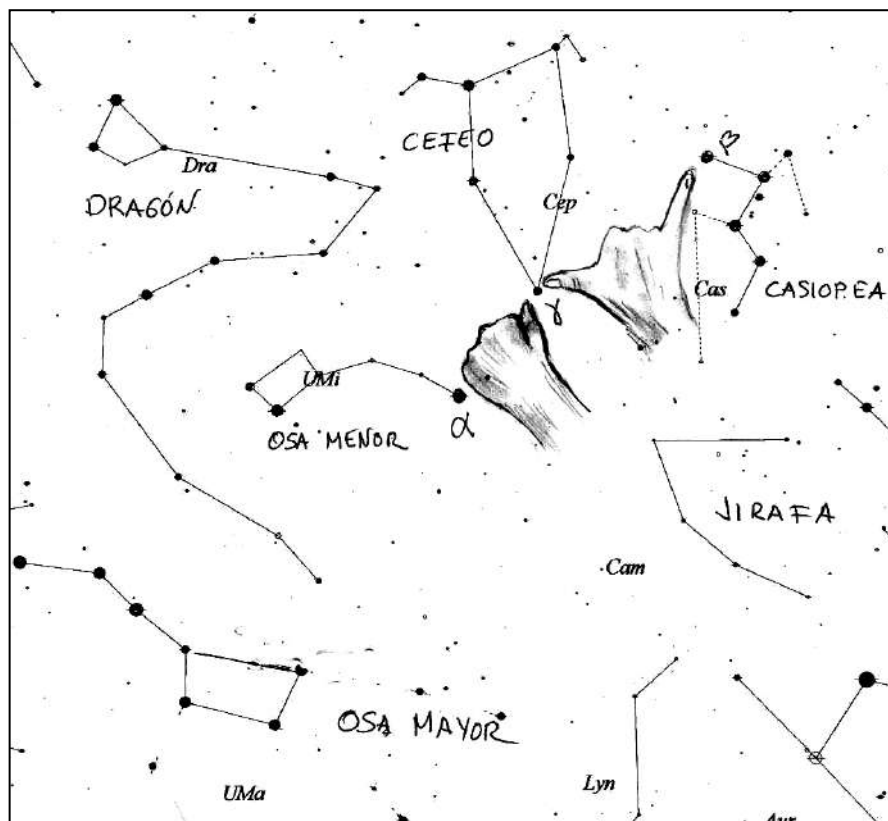


Figura 31: Localización de la polar por cuarta y mitad

Este método es recomendable en invierno puesto que la constelación de Casiopea destaca entre las estrellas circumpolares por la parte superior a la altura de la Polar. Muchas veces la Osa Mayor en invierno suele estar oculta por edificios o montañas (a las horas que normalmente solemos observar los aficionados que acostumbra a ser dos horas antes y dos horas después de cenar).

Existen otros métodos para encontrar la Polar como:

- d) Método del bocadillo o técnica de los almicantarades.
- e) Método del Dragón a través de la estrella Giasar.
- f) Método Eclíptico.
- g) Método ecuatorial

Pero los descritos anteriormente suelen ser los más fáciles de aprender para cualquier alumno de astronomía. Estos métodos son válidos para encontrar la estrella Polar cualquier noche del año, incluso en condiciones muy adversas.

Actividad 6: Como encontrar la estrella horologial con las manos.

Una vez que tenemos localizada la Polar, nos fijamos en la forma geométrica de la Osa Menor y a unos 16° aproximadamente de la Polar se encontrará la estrella horologial.

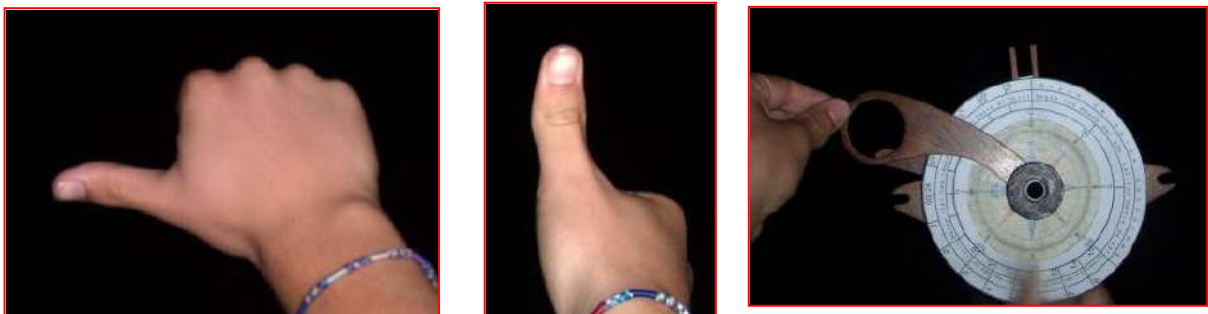


Figura 32: Pasos a seguir para localizar la estrella horologial

Como depende de la hora de observación, si cogemos nuestra mano y colocamos la posición de 15° haciendo que nuestro pulgar quede pegadito a la Polar (pero no encima) y vamos girando la mano hasta que veamos en su giro de búsqueda una estrella amarilla de gran brillo, podemos decir que es la estrella horologial o beta de la Osa Menor, cuyo nombre es Kochab.

Ahora, colocando el dedo pulgar sobre Kochab ponemos un ángulo de $(1,5^\circ)$ y nos debe aparecer a su izquierda otra estrella de color blanco y de menor brillo que es Pherkad (gamma de la Osa Menor). Ambas forman **las guardas**.



Repetimos la operación, pero ahora auxiliándonos con la boca de la bocina del reloj de Sancho. Asir con la mano izquierda el reloj de Sancho, nos lo acercamos al ojo y localizamos la Polar y sin perderla de vista a través del orificio del capuchón vamos inclinando o doblando (depende del material) la mano con el reloj, al mismo tiempo que vamos extendiendo el brazo hasta intentar colocar las guardas dentro de la boca de la bocina. Es fácil de hacer, pero al principio quizás cueste un poco, depende de la habilidad del astrónomo.

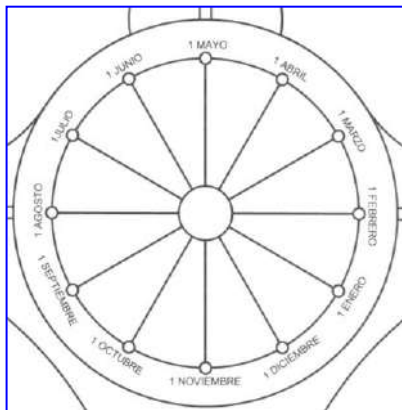
Figura 33: Usando el reloj

Una vez colocadas las guardas dentro de la boca de la bocina, cogemos el puntero móvil y lo llevamos hasta conseguir que apunte con precisión a la

estrella horologial (Kochab), descansamos un poco y volvemos a repetir la operación para asegurarnos y fijar la posición y la hora. En este mismo momento se ha puesto en marcha nuestro reloj de Sancho. Ya podemos saber el tiempo que queremos estar en el campo, con solo mirar en nuestro reloj la variación de posiciones que ocupan las guardas respecto a la posición del inicio.

Actividad 7: Cómo conocer el mes en el que estamos.

En la parte trasera del reloj de Sancho, dentro de la silueta, tenemos la rueda de las posiciones que ocupa la estrella horologial a las 00/24 horas (T.U.) durante todo el año.



Este dato está siempre para el primer día de cada mes. Si hacemos el seguimiento de la estrella horologial, hasta llegar a la medianoche 00/24 horas (T.U.), podremos saber en qué mes estamos y si es primer día del mes o estamos dentro de la primera quincena o de la segunda con tan solo ver la posición que ocupa y haciendo una interpolación mental.

Figura 34: Parte trasera del reloj

Actividad 8: Cómo sabemos ¿cuándo amanecerá?

Para saberlo debemos considerar tres puntos:

Primero.- saber las horas itálicas que corresponden para el mes de observación. Por ejemplo, suponemos que estamos a primeros de Enero (dichas horas se encuentran en el disco mayor debajo del círculo de las horas nocturnas) que le corresponden 14 horas.

Segundo.- conocer bien la Polar y sus guardas.

Tercero.- Identificar la posición que tiene la estrella horologial al final del crepúsculo civil, es decir 40^m después de ocultarse el Sol.

Al terminar el crepúsculo civil, debemos ver con claridad las posiciones que ocupan las guardas, si ahora colocamos el puntero móvil coincidente con la estrella horologial y llevamos el cero de las horas itálicas del disco mayor coincidente con el puntero móvil, veremos que donde se encuentre las 14 horas del disco, será donde se encontrará la estrella horologial.

Podemos conocer de antemano la posición que ocupará la estrella horologial antes que llegue, incluso saber las horas que faltan para llegar al alba como bien decía Sancho.

Ejemplo: estamos observando el día 1 de Enero y vemos las horas itálicas que le corresponden que son 14 horas, y hemos encontrado a la estrella horological en la posición de 30° a la izquierda de la línea de los pies (nada más terminar el crepúsculo civil), sí ahora coloco el cero del disco mayor donde están las horas itálicas, y coloco la boca de la bocina y el puntero móvil en dicha hora, y miro al cielo colimando con la Polar, podré saber que la estrella horological estará a la derecha de la línea de la cabeza.

Refrán

<<Don Enrique, Don Enrique, simplifique y no complique>>

Actividad 9: Cómo sabemos qué hora es. Puesta en hora el reloj de Sancho

Podremos conocer la hora durante toda la noche si lo ponemos en marcha; para ello hacemos:

Primero.- Saber el día y mes que estamos, con lo cual podremos saber en qué eje o parte del cuerpo se encontrará cruzando la estrella horological a la medianoche 00/24 T.U.

Segundo.- Localizamos la Polar, hacemos la colimación con ella y colocamos las guardas dentro de boca de la bocina y con el puntero móvil fijamos la posición que ocupa ahora mismo la estrella horological.

Tercero.- Movemos el disco mayor y colocamos las 00/24 horas en la posición que debe ocupar la estrella horological según las líneas de cada mes. Por ejemplo, si es el día 1 de Febrero las 00/24 horas de T.U. nos quedarán en el brazo izquierdo de Sancho. (Recordamos que Sancho nos está mirando a nosotros por eso es su brazo izquierdo).

Cuarto.- Repetimos la operación, para asegurarnos de la posición de la estrella horological que nos marca ahora mismo con el puntero móvil.

Ahora quitamos la bocina para ver bien la hora que marca el puntero, veremos la hora que marca el puntero en el disco mayor, siendo dicha hora la que es en este momento y en este momento ha quedado puesto en hora el reloj de Sancho para toda la noche. Tener precaución con la horas si lo hacemos en Tiempo Local Medio que son las que nos marcan nuestros relojes, recordando una vez más la hora de adelanto en invierno y las dos horas en verano que marcan nuestros relojes respecto al Tiempo Universal (T.U.)

Actividad 10: Cómo se obtiene la meridiana de lugar por la noche

Se pretende aprovechar el reloj de Sancho para establecer los cuatro puntos cardinales (N.V. S.V. Este y Oeste). Siendo la meridiana de lugar

uno de los ejes llamado Norte Verdadero - Sur Verdadero y por los romanos Kardus máximus, cuyo nombre de kardus ha derivado en cardinal.

Para establecer la meridiana de lugar que es la intersección entre el plano que contiene el meridiano celeste superior con el plano del horizonte debemos hacer:

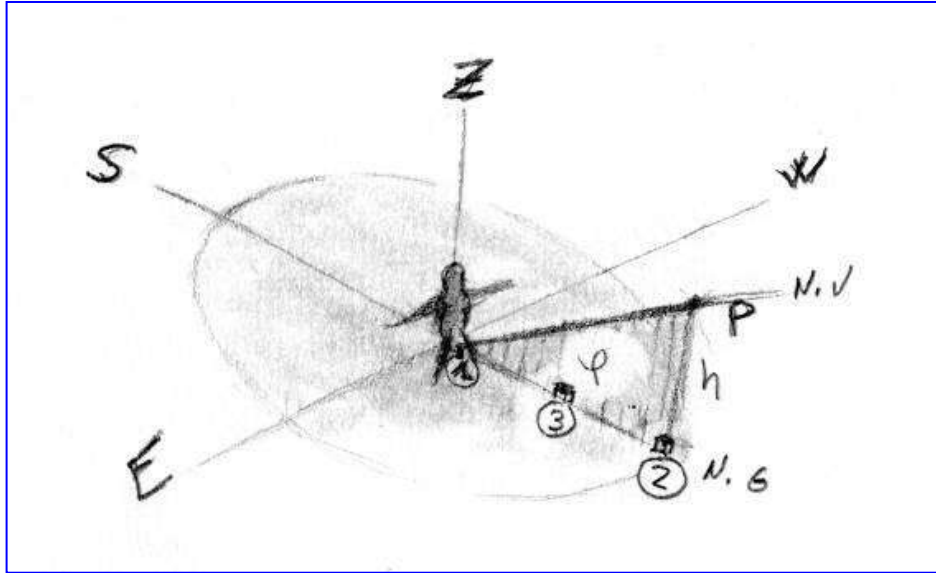


Figura 35: Esquema de orientación

Primero.- Clavamos un clavo o estaca en el suelo donde nos encontramos para hacer la observación y le llamamos (1)

Segundo.- Con el reloj en la mano colocamos la rueda de los vientos coincidente el Norte con el centro de la forma (U) de la silueta de Sancho que está encima de su cabeza.

Tercero.- Sujetamos con celo un laser sobre el disco menor de los vientos (coincidente con el Norte).

Cuarto.- Hacemos la colimación con la Polar a través del reloj y el laser, describimos una sección vertical bajando nuestro laser desde la Polar hasta el suelo haciendo contacto a unos 10 o 15 metros del punto (1) y marcamos el punto (2). Repetimos la operación a la inversa. Es decir, partiendo de la alineación (2) subimos verticalmente y nos debe pasar por la (U) de Sancho hasta la Polar.

Quinto.- Volvemos hacer la colimación con la Polar y bajamos el laser verticalmente otra vez, pasaremos por el punto (2) y continuamos para establecer otro punto más cercano a nosotros, a unos 5 metros, que lo marcamos como punto (3). Volvemos a repetir la operación hacia atrás, debiendo pasar primero por el punto (3) después por el (2) y subimos verticalmente hasta llegar a pasar por la Polar.

Sexto.- Con una cuerda o pintura, unimos los tres puntos (1) (2) (3) obteniendo una línea sobre el suelo que es la meridiana de lugar.

Séptimo.- Si sobre el punto (1) colocamos el reloj de Sancho verticalmente, los brazos del reloj de Sancho nos indicarán los cardinales Este-Oeste que los señalaremos y a continuación trazaremos con pintura dichos ejes en el suelo.

Podremos saber al día siguiente, en qué día y mes estamos ya que sabemos la diferencia que existe entre el Orto del Sol en los equinoccios (21 de Marzo o 22 de Septiembre) con la dirección del Orto u Ocaso que hemos obtenido en el día de la observación.

Refrán

<<Donde no hay tocinos no hay estacas>>

Actividad 11: Cómo comprobar la meridiana de lugar de día

Si colocamos y sujetamos en el reloj de Sancho en la zona en forma de (U) coloquialmente "los cuernos de la cabeza" un filtro mylar o bien otro filtro usado en los eclipses para evitar dañar nuestra vista, podremos replantear la meridiana de lugar de día, repitiendo la misma operaciones que en el apartado anterior pero ahora, en lugar de mirar al norte nos colocaremos mirando hacia el Sur Verdadero. Utilizaremos el paso del Sol por el meridiano celeste superior, teniendo en cuenta las coordenada geográficas del punto de observación, la ecuación del tiempo para ese día, la transformación de Tiempo Medio Local a Tiempo Universal, la ecuación de nuestro reloj y la ecuación personal, para que nos coincida la meridiana trazada de día con la trazada por la noche. Como esta operación es conocida por la mayoría, evito tener que repetirla.

Actividad 12: Como sabemos las direcciones de los vientos.

Colocamos la boca de la bocina y el puntero móvil en los pies del reloj de Sancho para que no nos molesten, y cogiendo el reloj por lo pies de Sancho nos situamos en el punto (1) donde ya tenemos replanteadas la meridiana de lugar y el eje Este-Oeste. Ahora, ponemos el reloj de Sancho en nuestras manos en posición horizontal con el disco menor de los vientos orientada a los cuatro puntos cardinales y, a continuación nos mojamos la uña del dedo meñique (técnica ancestral) y describimos un círculo completo alrededor del reloj de Sancho, en el momento que sentimos una sensación de mayor frescor en la uña nos estará marcando la dirección del viento, volvemos a repetir la operación para comprobar que es la misma dirección y, después llevamos el puntero móvil a dicha dirección. Esta dirección es por donde sopla el viento en ese momento.

Ahora, una vez conocida la dirección del viento miramos el nombre que tiene el viento y nos lo aprendemos. Otro ejercicio seria, construir unas tablas e ir anotando la fecha que realizamos la observación y las diferentes

direcciones predominantes según la época. En otra casilla, podemos también anotar los Ortos de las estrellas más brillantes que aparecen por el horizonte en dicha dirección. También podemos dar el valor del rumbo, o del Acimut Astronómico.

Aprenderemos a relacionar los vientos con los Ortos de las estrellas al igual que lo hacían los árabes en los siglos IX y X.

Refranes

*<<Febrero en su conjunción,
Primer martes carne es ida (cuaresma),
A cuarenta y seis Florida;
Otros cuarenta Ascensión,
Otros diez a Pascuas son,
Otros doce Corpus Cristi;
En esto sólo consiste:
Las movibles, ¿cuántas son?>>*

*<<Treinta días trae Noviembre, con Abril Junio y Septiembre, 28 trae uno
que es febrerillo loco, y los otros treinta y uno>>*

Bibliografía

- Aparicio, E., (2000), "Expresión Gráfica y Topografía 1", Ed. R. Torres, Universidad Politécnica Superior de Alicante.
- Aparicio, E., (2009), "Astronomía básica, constelaciones, láminas y reloj de Sancho", Ed. R. Torres, Universidad Politécnica Superior de Alicante.
- Azuela, A., (2005), "Las ciencias y el Quijote", Ateneo Jovellanos, Gijón.
- Callejo, J., (2006), "Secretos medievales", Ed. temas de hoy S.A., Madrid.
- Cervantes, M., (1978), "Don Quijote de la Mancha", Ed. Edival. Valladolid.
- De Miguel, A., (2000), "El espíritu de Sancho Panza", Espasa Calpe S.A., Madrid
- Diderot y D'Alembert, (2001), "L'Encyclopédie Astronomie". Ed. Inter livres, Paris
- García-Diego, J. A., (1982), "Los relojes y autómatas de Juanelo Turriano", Albatros ed, Madrid-Valencia
- Garmendia, I., (1995), "Instrumentos astronómicos antiguos y curiosidades varia", Ed. Gobierno Vasco, Bilbao.
- Martin, F., (1989), "Atlas del cielo", Editor. F.M.A.
- Martin, C., (2003), "Breve compendio de la esfera y del arte de navegar", Ed. Maxtor, Valladolid.
- Martin, L., (1999), "Introducción y estudio a la suma de cosmographia de Pedro de Medina", Ed. Grial. Valencia. Facsimil
- Ptolomeo, C., (2003), "El capitulo IX del libro I del Almagesto: Sobre las medida de las líneas rectas que se trazan en el circulo", Ed. Maxtor. Valladolid.
- Ros, R.M., Viñuales, E., (1992), "Coordenadas y Telescopios", Equipo Sirius, Madrid.
- Ros, R.M., Viñuales, E., (2003), "Movimientos astronómicos, un enfoque con cuatro modelos", Mira Ed., Zaragoza.
- Sinnott, R., (2006), "Pocket Sky Atlas", Sky publishing Corporations, Cambridge

<http://cervantes.uah.es/quijote/httoc.htm>

<http://es.wikipedia.org/>

<http://webpages.ull.es/users/imarrero/sctm04/modulo1/1/lbalbuena.pdf>

<http://www.astralis.es/articulos/estrellas.pdf>

<http://www.bernisol.com/>

<http://www.cervantesvirtual.com/>

http://www.cielosur.com/notas_anteriores/escorpion.php

<http://www.danielmarin.es/hdc/AAGC%20-%20Las%20constelaciones.htm>

<http://www.desarrollosms.com/astro/estrella.php>

<http://www.naic.edu/~gibson/starnames/starnames.html>



ApEA, la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía, nació en 1995 para acoger a todas las personas que se dedican a la enseñanza de la Astronomía en centros educativos, planetarios, museos de la ciencia, agrupaciones de aficionados y clubes de estudiantes.

ApEA engloba a todos los interesados en la enseñanza de todos los niveles educativos reglados -desde la enseñanza primaria hasta la universitaria- así como los no reglados. También organiza reuniones de formación para sus socios y publica materiales de interés didáctico, como la presente colección.

Más información en www.apea.es

